

تأليف

د. علي موسى

د. مخلص الريّس



الطبعة الاولى ١٩٨٨

الكتاب: المجرات (درب التبانة)
تأليف: علي موسى ـ مخلص الريس
مطبعة: الشام
عدد النسخ: ١٠٠٠/نسخة/ ٩ /١٩٨٨
التنضيد الضوئي: مكتب الفيحاء ـ دمشق
الناشر: دار دمشق للطباعة والصحافة والنشر
دمشق ـ شارع بور سعيد ـ هاتف: ٢١١٠٢٢ ـ ٢١١٠٤٨
ص. ب: ٥٣٧٢ تلكس: ٤١٢٥٣٨ زينه

المقدمة :

تأملات في صفحة السماء

نظرة واحدة الى السماء في احدى الليالي المظلمة بعيداً عن اضواء المدن، حيث القمر غائباً عن الانظار، نرى بدائع السماء الزاهية التي قد نحدق فيها ليالٍ وليال، سنين وسنين دون أن نستطلع منها شيئاً، أو نعرف عنها مانود معرفته، ماعدا المـواقـع المتغيرة لبعض النجـوم الـظاهرة في السماء أكثر من غيرها، إما لشدة سطوعها، أو لانتظامها في اشكال مميزة أعطيت اسماء معينة مستمدة مما يشابهها من اشكال إحيائية أو غير احيائية على سطح أرضنا.

وكم كانت النجوم هادية للتائهين في البوادي والصحارى المقفرة، تدلهم على طرق مسيرهم، وتبلغهم غاياتهم، وتجنبهم الهلاك. وكم كان اهتمام أجدادنا الاوائل بنجوم السماء، والقمر المبدد لظلمات الليالي، لما وجدوه من أهمية وتأثير لتلك النجوم في حياة الناس، خاصة وقد ربطوا بين الكثير من الظاهرات الأرضية ـ احيائية وغير احيائية ـ ومطالع بعض النجوم ومغاربها.

واذا كان جمال السماء باسرجتها المنيرة، بقناديلها المضيئة التي تبدو معلقة فيها. فان جمالها يزدان وبهجتها تزيد عندما يتراءى فيها ذلك الشريط العريض من النجوم الكثيفة والفراغات التي بينها التي تبدو هي أيضاً وضاءة ـ لما تتلقاه من اشعة

النجوم المجاورة ـ الذي يمتد من الافق الى الافق عابراً السماء، مغيراً مواقعه مع تغير فصول السنة، إنه درب التبانة، أو مايعرف بالطريق اللبني، الذي كثرت عنه الاقاويل والحكايات. إن هذا الدرب ماهو الا مجرتنا الضخمة، التي تتمركز شمسنا فيها على أحد أذرعتها.

وقد حاولنا في هذا الكتاب تسليط الاضواء على مجرتنا (درب التبانة) مقدمين لها بدراسة لحقيقة النظام الكوني وللمجرات بشكل عام ومايطرأ عليها من تغيرات وتطورات، لندخل فيما بعد بالكشف عن الشكل العام لمجرتنا وصفاتها العامة، وبنيتها ومكوناتها، ولما يبدو فيها من مناطق مظلمة، ومن تجمعات ومجموعات نجمية، وماذا قدمت الدراسات الفلكية عن بنيتها وتركيبها، وابعادها وحركاتها. مختتمين ذلك بدراسة للنظام الشمسي في مجرتنا، توجت برحلة كونية عامة كي تكشف للقارىء بعض صور كوننا ومجرتنا.

واخيراً، نأمل في كتابنا هذا من سلسلة الكتب العلمية الفلكية، أن نكون قد وفينا مجرى درب التبانة حقها من الدراسة، وأظهرناها بالشكل المناسب الذي يحقق الفائدة المرجوة للقارىء العربي.

دمشق في ١٩٨٨/٣/٣١

الفصل الأول

النظام الكوني

حقيقة النظام الكوني:

ربما قبل ٢٠ بليون سنة مضت حدث شيء ما يدعى الضربة الكبرى Big Bang ، وهي حادثة بداية الكون! .

لماذا حدثت؟ فهذا هو السر الأعظم الذي بقي لدينا، لكن حدوثها أمر واقع لاشك فيه . فقد كادت المادة جميعها الموجودة حالياً في هذا الكون مركزة بكثافة عالية جداً في مايمكننا أن نشبهه ببيضة كونية . والقصص والأساطير لعديد من الحضارات حافلة بتلك الحادثة . وربما كانت هذه البيضة نقطة هندسية عديمة الأبعاد، وكانت تشغل زاوية في كوننا الحالي .

وفي ذلك الانفجار الكوني الهائل (الضربة الكبرى) بدأ الكون بالتمدد الذي لم يتوقف اطلاقاً . ومن التضليل ان نصف تمدد الكون كنوع من انتفاخ كرة ينظر اليها من خارجها، لأنه لايمكننا تعريف مايوجد خارجها، ويرافق ذلك التمدد حدوث تمدد في المادة والطاقة كما يواكبه تبرد بشكل سريع . والاشعاع الموافق لتمدد هذه الكرة يتراوح طيفه بين اشعة غاما والأشعة السينية (×) والضوء فوق البنفسجي، والوان قوس قزح (أشعة مرئية)، كما شمل طيفها مجالات الاشعة تحت الحمراء والراديوية .

لقد كان الكون القديم مملوءاً بالضياء، ومتألقاً جميعه، ومع مرور الزمن، واستمـرارية آلية التمدد الكوني، تحول الضوء المرئي العادي لأول مرة في هذا الفضاء، ليصبح الفضاء مظلماً كما هو عليه اليوم.

ولكن هل نعلم بأن آثـار تلك الضربة الكبرى، وذاك الانفجار الهائل المتولد عنها، مازالت أثاره شاهدة عليه حتى الآن. إذ أمكن الكشف والتحري عنها بواسطة التلسكوب الراديوي في أيامنا الحالية، ممثلة بضوضاء صوتية.

لقد كان الكون القديم مملوءاً بالاشعاع والمادة وبشكل هيولي، وكانت تلك المادة الهيولية ممثلة في غازي الهيدروجين والهليوم. وكان يوجد القليل آنذاك في الكون يمكن رؤيته، هذا اذا كان هناك من يرى في تلك الدهور. وبعد ذلك بدأت قطعـة من الغاز صغيرة غير متجانسة بالنمو والتطور، متجمعة بشكل خطوط من سحب غازية على هيئة أغشية واسعة جداً، عائمة في هذا الفضاء تشكلت منها مستعمرات منعزلة آخذة بالدوران حول نفسها ببطء، وباضاءة منتظمة، لأن كل منها يحتوي على مئات البلايين من النقط المضيئة، فتشكلت تركيبات كونية متميزة، ونحن نراهم يومياً، ونسكن في زاوية مهملة من إحداها، وندعوهم بالمجرات.

وبعد حوالي بيليوني سنة من الضربة الكبرى أصبح توزع المادة في الكون يتضمن تكتلات صغيرة، وربما السبب في ذلك، هو ان الضربة الكبرى لم تكن ذات قوة متجانسة، وان المادة كانت أكثف ومضغوطة أكثر في تلك التكتلات من أي موضعٍ آخر، وبالتالي تطورت سحباً من الهيدروجين والهليوم، قدر لها ان تصبح عنـاقيداً من المجرات. وكان السبب في نشوئها هي جاذبيتها الثقالية في جذبها لكميات كبيرة من الغـازات القـريبـة منهـا، وباستمرار عملية الاندماج الصدمي التجاذبي، فان المجرات البدائية (الأولية) كانت تلتف حول ذاتها بسرعة متزايدة، خاضعة لمبدأ انحفاظ كمية الحركة الزاوية (الدفع الزاوي). وفي الكون مجرات كثيرة متشـابهـة، لانها طبعت من نفس الطينة، فجميعها يخضع لنفس القوانين الطبيعية البسيطة، وهي: الجاذبية، وانخفاظ الدفع الزاوي، لان هذه القوانين هي ذاتها في انحاء الكون كافة، وتصح من أجل سقوط الاجسام، ودوران راقص على الجليد، كما تصح في المجرات الضخمة.

وضمن المجرات الحديثة الولادة، كانت السحب الغازية الصغيرة تخضع لعملية اندماج تجاذبي، فزادت حرارتها الداخلية، واشتعلت فيها التفاعلات الحرارية النووية، فنشأت النجوم الأولية.

ومن الأدلة على صحة هذه الفرضية لنشأة الكون، حركة التباعد المجرية الظاهرية التي استدل عليها من خلال انحراف طيفها نحو الأحمر ـ وفق مايعرف بظاهرة دوبلر ـ والتي ليست هي الدليل الوحيد لفرضية الضربة الكبرى، فقد أمكن الوصول الى دليل آخر، بطريقة مستقلة وهي مشتقة من اشعاع الجسم الأسود للخلفية الكونية، وهي الامواج الراديوية الضعيفة المتزنة (المتوازنة) الواردة بتجانس تام من جميع ارجاء الكون وبنفس الشدة المتوقعة في عهدنا الحالي من الاشعاع المتبرد عن الضربة الكبرى.

ولقد برز مؤخراً بعض العلماء الذين ينادون بوجود نظام آخر عرف باسم النظام فوق المجري، مما يشير لحدوث ضربتين كبيرتين بدلاً من ضربة كبرى واحدة حدثتا بآن واحد وأخذ الكون من خلالهما بالتطور والنمو والتمدد باتجاهات مختلفة، وقد تكون حوادث الاصطدام والتفاعل المجري (بين عناقيد المجرات) مؤشراً على بلوغ مؤثرات كل ضربة من الضربتين الى الأخرى.

وبصورة عامة، اذا كانت نظرية تمدد الكون، ونظرية الضربة الكبرى صحيحتان، فاننا نواجه اسئلة أكثر صعوبة، مثل:

ـ ماهي الظروف والشروط المحتملة التي كانت موجودة في زمن الضربة الكبرى؟

ـ ماذا كان يحدث قبلها؟. وهل كان يوجد كون صغير جداً، وخلو من المادة، وفجأة خلقت المادة من لاشيء، أم ماذا؟ والسؤال كيف حدث ذلك؟

ان الكون يتوسع من الضربة الكبرى، ولايوجد دليل بأنه سيتمدد للأبد، وربما يتباطأ التمدد تدريجياً، ثم يقف، وبعدها ينقلب على نفسه، ويبدأ بالتراجع في حركة تقهقرية. وسوف يساهم الكون في دورة جديدة من التقلص، ويصبح عندها خاضعاً لدورات متتالية من التمدد والتقلص، فاذا كنا نعيش في مثل هذا الكون المهتز، عندئذ لن تكون الضربة الكبرى هي بداية خلق الكون، لكنها نهاية

دورة سابقة. ولايحظى هذين التفسيرين باعجابنا. ففي احداهما، الكون مخلوق قبل ٢٠ بيلون سنة مضت، ويتمدد للأبد، والمجرات تتباعد عن بعضها البعض حتى تختفي عن مدى رؤيتنا في آفاق الكون، عندها تتبرد النجوم وتموت، والمادة تتحلل وتتفكك، ويصبح الكون ضباباً (سديماً) بارداً رقيقاً من الجسيمات الكونية. وفي الأخرى، الكون يهتز وليس له بداية ونهاية، ونحن في وسط دورة لا منتهية من حياة الكون وموته.

يبين الشكل (١) مخططات مبسطة للنظريات المشهورة لنشأة الكون وتطوره. وكل منها يوضح المراحل المختلفة لهذا التطور منذ بداية الكون حتى نهايته، وهي:

آ ـ نظرية الضربة الكبرى. The Big BangTheory :

ولها المراحل التالية:

١ ـ الضربة الكبرى من البيضة الكونية اللامتنهاية في الصغر (نقطة هندسية لا أبعاد لها).

٢ ـ تشكل المجرات بالتكاثف لجزئيات الغازات (الهيدروجين والهيليوم).

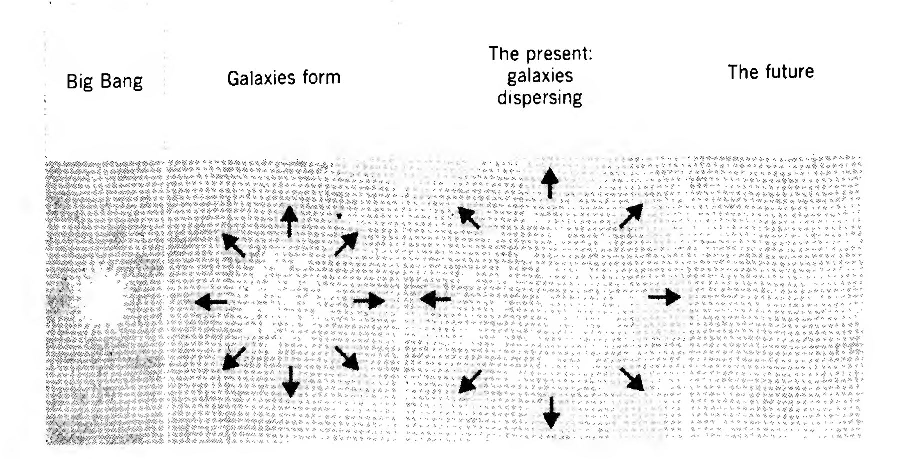
٣ ـ المجرات في العصر الحالي للكون وهي تتباعد عن بعضها البعض.

ب ـ نظرية الحالة المستقرة The Steady - State Theory :

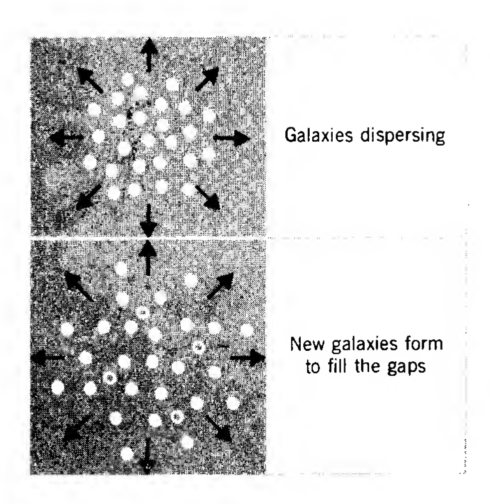
ولها مرحلتين هما:

١ ـ تباعد المجرات وهو مايحدث الآن في كوننا.

٢ ـ يلي التباعد السابق تشكل مجرات جديدة لتملأ الفراغ الناشىء عن التباعد السابق للمجرات.

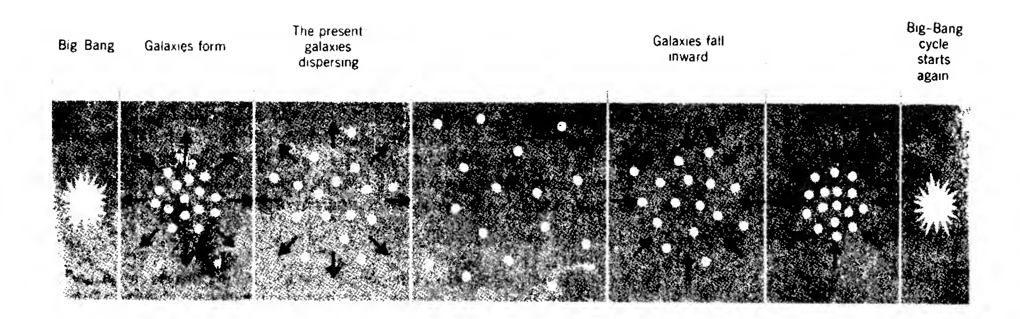


آ ـ نظرية الضربة الكبرى الكونية



ب ـ نظرية الحالة المستقرة

الشكل رقم (١)



جـ ـ نظرية الكون الهزاز

ج ـ نظرية الكون الهزاز The Oscillating Cosmology Theory :

ولها المراحل التالية:

١ ـ الضربة الكبرى.

٢ ـ تشكل المجرات.

٣ ـ تباعد المجرات وهي الوضعية الحالية للكون.

٤ ـ أقصى تباعد للمجرات ويليه توقف مؤقت في عملية التمدد الكوني.

٥ ـ عودة المجرات للتجاذب والتقارب في الاتجاه المعاكس لجهة التباعد السابقة. وفي هذه المرحلة يكون للمجرات حركة سقوط نحو مركز الكون.

٦ ـ تجمع المادة الكونية في بيضة كونية جديدة.

٧ ـ بداية دورة جديدة من عمر الكون وحدوث ضربة كبرى جديدة وهكذا.

ماهو شكل الكون الذي نعيش فيه:

عنـد منـاقشة التركيب الكبير للكون، فان الفلكيون يمليون الى القول ان

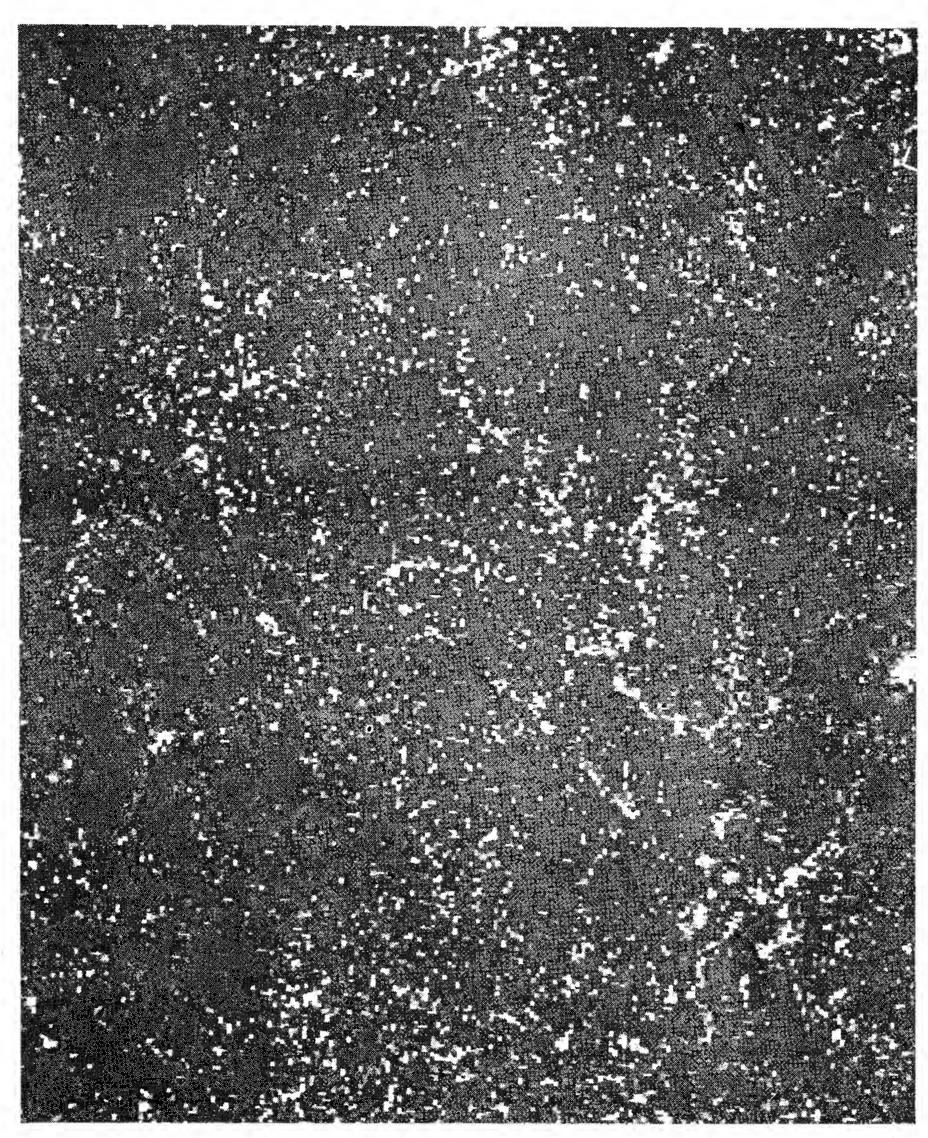
الفضاء منحن، أي بكلمة أخرى انه لايوجد مركز لهذا الكون، وانه محدود بدون حدود. وهو كون رباعي الابعاد، وبهيئة كرة عملاقة ليس لها مركز، ولاحرف (حد خارجي) ولاشيء خلفها، وهي تتمدد مثل البالون المنفوخ رباعي الأبعاد، ويخلق في كل لحظة فراغاً متزايداً في الكون، وان الضوء الذي يشاهده الفلكيون من المجرات، هو ضوء منتشر على سطح محدب لتلك الكرة العملاقة. واثناء تمدد تلك الكرة، فان الفلكي على كل مجرة سيظن ان المجرات تتباعد عنه، ولايوجد اطار مرجع يمكن اختياره مبدأً للمقارنة، والمجرة الأبعد ستكون الأسرع في الابتعاد.

والسؤال الآن، أين حدثت الضربة الكبرى في الكون الحالي؟. والجواب واضح، انها حدثت في كل المواضع.

واذا كانت المادة الموجودة غير كافية، فان الكون في لحظة ما سيمتنع عن التمدد الى الأبد، ويكون له شكل منحن مفتوح ـ مثل سرج الحصان ـ. أما اذا كانت المادة الموجودة فيه كافية فيكون له شكل مغلق، والضوء محصور بداخله.

في عام ١٩٢٠ كان العلماء يرصدون زوجاً من المجرات الحلزونية البعيدة، متسائلين عنهما، فاكتشفوا انهم كانوا يشاهدون مجرتنا درب التبانة، والمجرة (M31) من الاتجاه الآخر، كما يرى، راصد لنهاية الكون خلف رأسه هو، اذا استطاع أن يرى تلك النهاية، وأيضاً اذا تمكن ذلك الضوء من الدوران حول الكون كله.

واذا اعتبرنا ان الكون مغلق، ولاينفذ منه الضوء، عندئذ يصح أن نصف الكون بانه ثقب أسود Black Hole هائل، واذا اردت أن تعرف ما بداخل هذا الثقب الأسود، فعليك أن تنظر حولك. وبما أن الكون يحتوي ثقوباً سوداء تجري عبر البعد الفيزيائي الرابع، فيحتمل أن تكون مرتبطة ببعضها بترابط معين مع مكان آخر في الكون، أو ربما هي مرتبطة بأكوان أخرى يتعذر علينا معرفتها. وربما توجد كثير من الأكوان محتواه بعضها في بعض، وهذا يثير افكارنا بفكرة غريبة، ربما لايمكن برهانها، لكنها تحرك الدم في سلسلة منظمة لا نهائية من الأكوان. فمثلاً، جسيم عنصري صغير، مثل الالكترون في كوننا، اذا اخترقناه فانه سيبدي نفسه وكأنه كون



الشكل رقم (٢) قطعة مكبرة من النسيج الكوني، ولكنها في الحقيقة عينة صغيرة جداً من خريطة لملايين المجرات المضيئة، وكل من تلك المجرات يبعد بلايين السنين الضوئية عن أرضنا. وكل مربع في الصورة هو مجرة يحتوي بلايين النجوم. وهذه الخريطة تم الوصول لها عن طريق المسح التلسكوبي لجزء من السماء. ولزم لاتمام هذه الصورة حوالي ١٢ سنة، وتم ذلك في مرصد لايك بكاليفورنيا

مغلق، ومرتب، ومنظم في مجرات مكافئة محلية وذات تركيب أصغر،وهي بدورها مكونة من عدد آخر ضخم من جسيمات عنصرية أدق، والتي هي بدورها كون. . وهكذا للأبد، عوالم وأكوان ضمن بعضها البعض دون نهاية اطلاقاً، وهي تتجه نحو الأصغر فالأصغر، كما توجد أخرى تتجه نحو الأكبر فالأكبر. وربما كان ذلك حقيقة او مجرد وهم.

اذن الكون هو كل الماضي والحاضر والمستقبل، وان حجم الكون وعمره وحركاته، هي خلف مايستطيع الانسان العادي إدراكه، فهو ضائع بين الضخامة والاتساع، والابدية والخلود، والحقيقة والخيال.

وما قد نفهمه من الكون، هو اننا نسكن كوكباً يطفو فيه، وكأنه هباءة من الغبار في نهار السماء، وان سطح هذا الكوكب الأرضي هو الشاطىء لهذا المحيط الكوني، ومنه تصلنا معظم معارفنا عن الكون.

الفصل الثاني

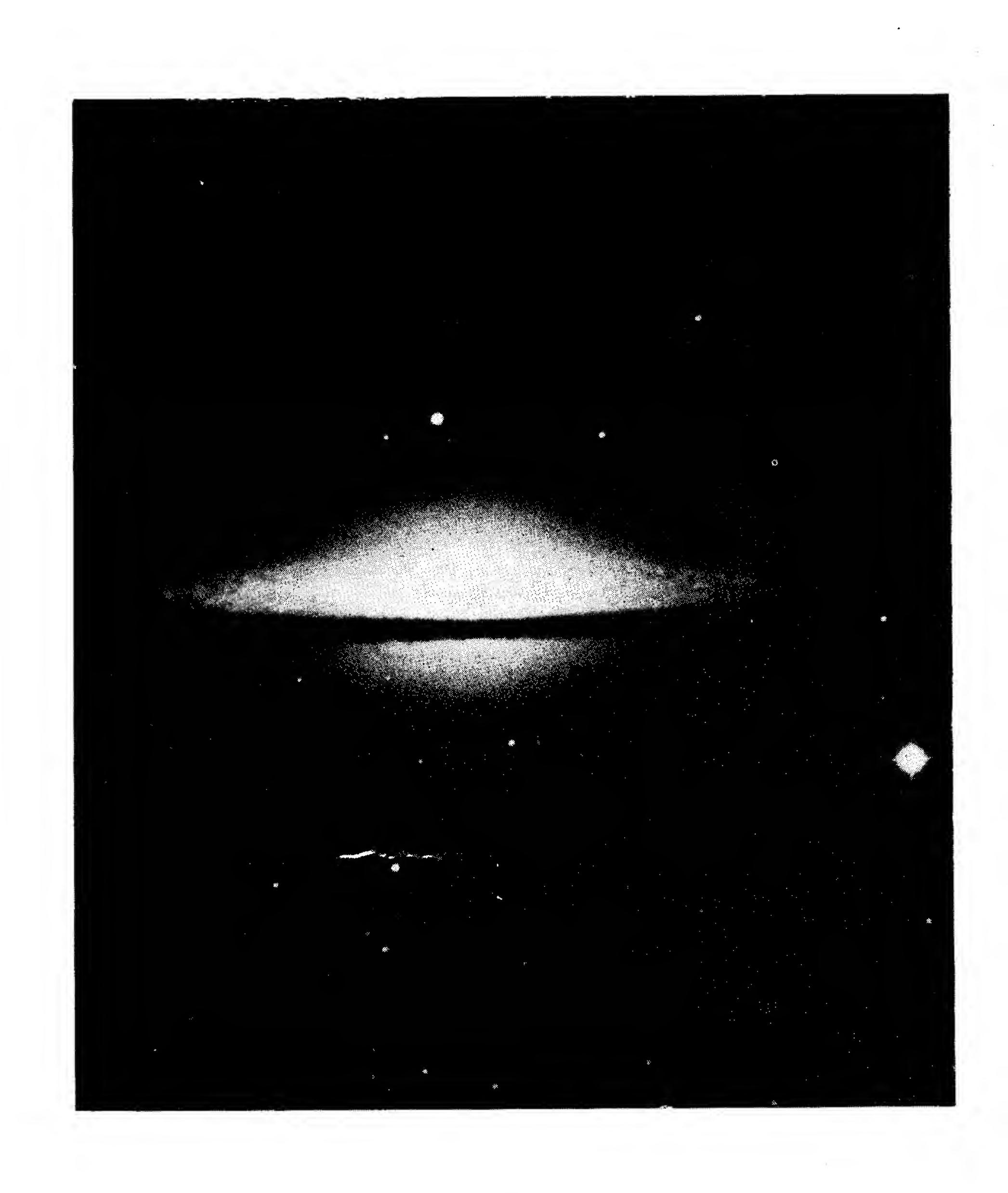
«المجرات، أنواعها وخصائصها»

مقدمة:

ان المجرات هي الوحدات الاساسية في البناء الكوني، وهي تتجمع مع بعضها، كما يتجمع الافراد لتشكيل المجتمع. وكل مجرة مفصولة عن الأخرى بفضاء فارغ تماماً، إلا من بعض ذرات الهيدروجين. وتعد المجرات بمثابة أقاليم مستقرة نسبياً في السماء ـ شكل (٣) ـ وهي تدخل ضمن دورة حياتية من الولادة والتطور والتلاشي، بحيث ان حياتها تنتهي بانفجار ينجم عنه تبعثر شديد وتطاير كبير للمادة الاساسية فيها لتعود الى مايشبه ماقبل مرحلة نشأتها الأولى.

معلوماتنا عن المجرات:

تتخذ المجرات في الكون أحجاماً وأشكالاً مختلفة ومتعددة. وعلى الرغم من امكانية العلماء تحديد الاشكال التي تنتظم فيها تلك المجرات، إلا انهم مازالوا بعد غير قادرين على الاجابة عن كثير من الاسئلة، مثل كيفية تغير شكل المجرة، ولمعانها، وبريقها خلال مجرى حياتها. وتعتبر دراسة المجرات متخلفة عن دراسة النجوم بحوالي ٥٠ سنة، إلا أنه في السنوات القليلة الماضية حدثت



شكل رقم (٣) مجرة تبدو كأقليم مستقر نسبياً في السماء

تطورات فجائية، ودرست المجرات في مجال طيف الاشعة تحت الحمراء، وفي مجال الامواج المرئية، وغير المرئية باستخدام التلسكوبات العادية، والراديوية، ولقد مكن استخدام الحاسبات الالكترونية الفلكيون من معرفة خواص المجرات طبقاً لقوانين الفيزياء الاساسية وبذلك امكنهم جلب المجرات لداخل المختبر، ودراستها. ومن المتوقع ان يتمكن العلماء في القريب العاجل من الاجابة على العديد من الاسئلة حول المجرات.

ولقد استمد الفلكيون معظم معلوماتهم عن المجرات من الاشعاع الصادر عنها، وقامو بتحليله الى اطوال موجية باستخدام جهاز المطياف الذي يقوم بتحليل اشعاعاتها المختلفة الى الوانها الاساسية*. إذ انه من المعلوم ان لكل عنصر مثار لون يصدر عنه بطول موجة محددة وبتواتر معلوم. وتساعد مثل هذه المعلومات الطيفية في تحديد عناصر مكونات المجرة، وكميتها ودرجة حرارتها، وسرعة حركتها، بالاضافة لمعلومات أخرى هامة.

والتساؤل المطروح أمامنا، هل هناك عدداً محدداً للمجرات في هذا الكون؟ أم ان المجرات في حالة نمو وتطور وزيادة مستمرة ما دام الكون في حالة تمدد وتفاعل، أم أن هناك مايعاكس ذلك. غير أن بعض العلماء قدروا عدد المجرات الحالية في الكون بمئات البلايين ـ انظر شكل (٢) ـ وكل واحدة من تلك المجرات تحتوي وسطياً على مايقارب من مئة بليون نجم.. وكل واحدة منها تحتوي على

* يتكون جهاز المطياف من عنصر أساسي هو الموشور الزجاجي أو شبكة الانعراج. وبامكان تلك العناصر الضوئية تحليل الضوء المركب (الأبيض مثلاً) لألوانه البسيطة، ويظهرها بشكل خطوط ملونة متجاورة أو قطاعات ملونة وتدعى تلك الخطوط الملونة بالأطياف. ويكون لكل لون منها طول موجه معين وتواتراً خاصاً به.

ومن المعلوم أن الضوء (الألوان) يصدر عندما يقفز الالكترون من مدار لآخر أخفض منه. ولقد وجد أن كل عنصر مادي يصدر عند إثارته سلسلة أطياف خاصة به. بحيث تسلك تلك السلسلة الطيفية سلوك بطاقة شخصية (هوية) تميز العنصر عن غيره. لهذا كان المطياف جهاز تحليل للعناصر والمركبات.

عدد من الكواكب يفوق عدد النجوم، أي حوالي عشرة بلايين تريليون من الكواكب*.

تصنيف المجرات:

لقد قام بعض العلماء بوضع جداول تصنيفية لأهم المجرات المرئية في السماء من خلال التلسكوب ومن هؤلاء نذكر الفلكي الفرنسي شارل ميسيه charles Messier ، حيث نشر في عام ١٧٨٢ أول فهرس (كاتالوك) للعناقيد النجمية والسدم. ومازالت ارقام ذلك الفهرس مستعملة حتى الآن، من أجل الأجرام الأكثر لمعاناً، كما في سديم أندروميدا الذي نعرفه الآن على أنه مجرة يرمز لها بالاسم ميسيه ٣١ (M31).

وفي عام ١٧٨٣ بدأ العالم الفلكي البريطاني وليام هيرشيل Herschel. W في عمليات مسح منتظمة للسماوات الشمالية، وأكمل أعماله من بعده ابنه جون هيرشيل (Herschel.j) حيث مسح سماء النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، ونشر في عام ١٨٦٤ فهرساً عاماً لخمسة الآف سديم وعنقود مجري. وفي عام ١٨٨٨ نشر جون درير Dreyer من مرصدارماج Armagh في ايرلندا فهرساً جديداً (N G C) تضمن على ٧٨١٤ جرماً سماوياً، أعقب ذلك ملحقين اضافيين تابعين له في عامي ١٨٩٥ و١٩٠٨، ليصل عدد السدم والمجرات الى مايزيد على (١٣٫٠٠٠). وفي الوقت الحالي تستخدم ارقام (N G C) عالمياً. وهكذا فان مجرة اندروميدا تأخذ الرقم (NGC 224) ، كما تأخذ الرقم (M31).

وبعد دخول عملية التصوير في علم الفلك، حدثت زيادة سريعة جداً ومفاجئة في اعداد السدم والمجرات المسجلة، فمن أجل الأغراض الاحصائية، كانت عملية المسح التصويرية المتجانسة ضرورية جداً. وقد تم نشر نتائج تلك

---

* البليون = ١٠٠٠ مليون = 10^{9} (١٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠)
التريليون = مليون مليون = 10^{12} (١٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠)

العمليات المسحية في عام ١٩٣٢ من قبل العالمان هارلو شابلي (H.Shaply) أدليد اميس (A.Ames) من مرصد كلية هارفرد، متضمنة ١٢٤٩ مجرة أشد لمعاناً من القدر (١٣)*. ومازالت اعمال الرصد والمسح قائمة تكشف عن مجرات جديدة لم تكن معروفة من قبل وذات قدر أكبر من (١٥)، ومثل هذه الاعمال تجري بنشاط في مرصد جبل بالومار الامريكي.

وقد قام العالم الفلكي الامريكي «شارلزدي شان، ومساعده» في مرصد لايك بكاليفورنيا بوصف عدد كبير من المجرات الالمع من القدر (١٨) وفي عام ١٩٣٦ نشر الفلكي الامريكي «ادوين هوبل E.Hubble» سلاسل من اعداد لعينات نجوم من القدر (٢٠) لمنطقة صغيرة موزعة بانتظام على الكرة السماوية. ومن بين هذه الاعداد تم تقدير حوالي مليون مجرة ألمع من القدر (١٨) وأكثر من خمسين مليون مجرة ألمع من القدر (٢١).

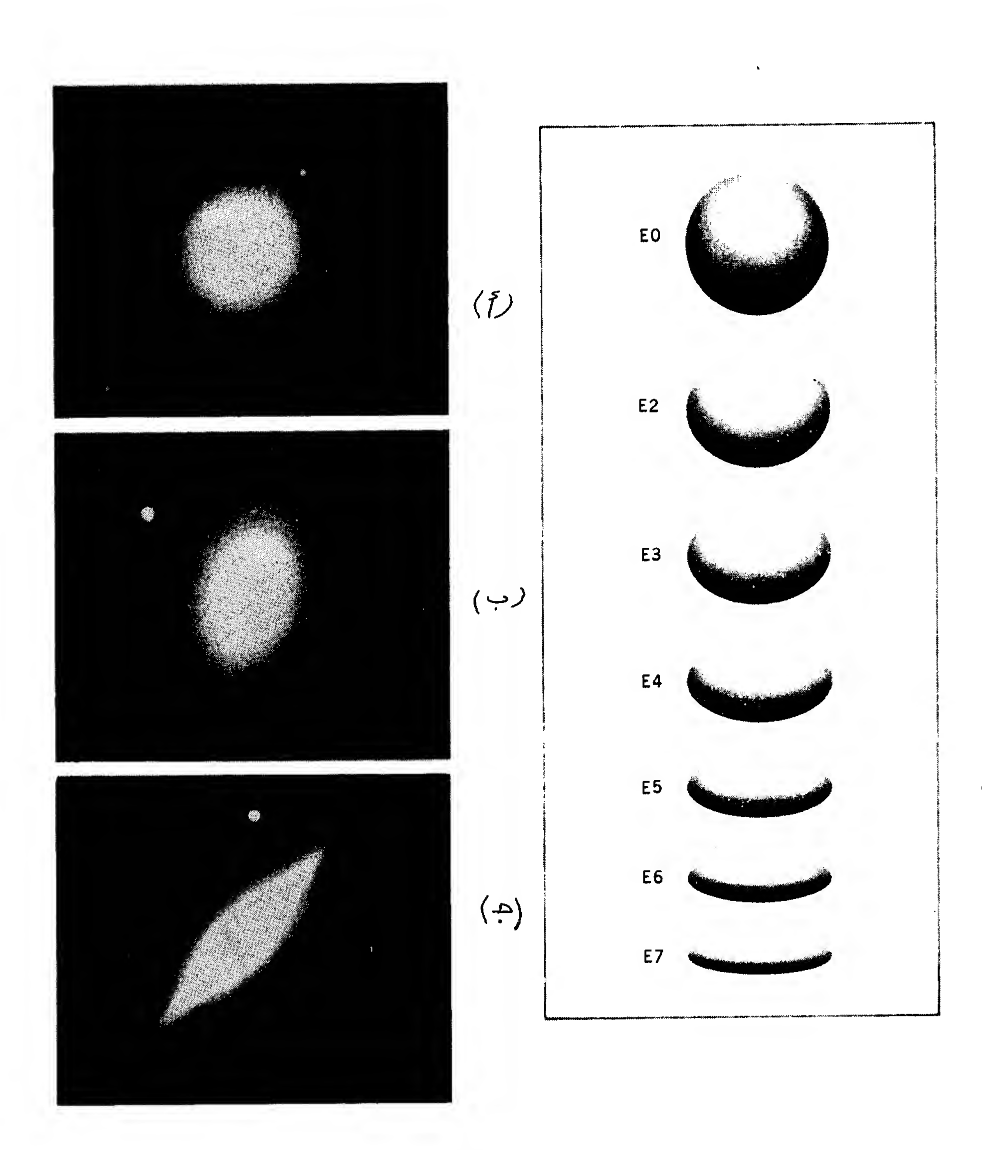
ان تعدد الفهارس والاحصاءات التي قام بها الفلكيون للنجوم والمجرات منذ زمن يزيد على مائتي سنة مضت قدم موضوعات جيدة، شكلت الأرضية لتطور الدراسات الكونية المعاصرة.

ولقد قام الفلكي الاميركي «هوبل» في عام ١٩٢٥ بوضع تصنيف شكلي وبنيوي للمجرات، مصنفاً إياها ضمن أربعة مجموعات رئيسية هي:

١ ـ المجرات الاهليلجية (E):

تبدو هذه المجرات باشكال مختلفة من التكور والتسطح. وقد رمز اليها «هوبل» وفقاً لدرجة تسطحها بالرموز: EO للكروية، E1 لذات التسطح القليل.. وهكذا حتى E7 للمجرات الشديدة التسطح (الاهليلجية تماماً) وهذا ماهو موضح في الشكل (٤). كما أن الصور الثلاثة (أ،ب،ج) في الشكل (٥) تبين أشكال

* القدر: هو مقياس لدرجة لمعان النجوم. ويمثل القدر المطلق مقدار اللمعان الظاهري للنجم اذا نظر اليه من مسافة ١٠ بارسك. اما القدر الظاهري، فمقدار لمعان النجم عن النظر اليه من سطح الأرض.



شكل رقم (٤) اشكال المجرات الاهليلجية من شكل EO وحتى E7.

شكل رقم (٥) نماذج من المجرات الاهليلجية : (أ) نموذج E1 وتمثله مجرة (NGC4273) (ب) نموذج E3 وتمثله مجرة (NGC4406) (جـ) نموذج E6 وتمثله مجرة (NGC3115)

ثلاث مجرات اهليلجية من النماذج (E1 ‘E3 ‘E6) . وتحتوي المجرات الاهليلجية بشكل عام على نجوم قديمة العمر، ولاتضم نجوماً حديثة النشأة. وتعد هذه المجرات من أكبر المجرات حجماً، واكثرها كتلة. ونسبة الغازات والاتربة فيها أقل من غيرها من المجرات بكثير. ولذا فان هذه المجرات تعد من أقدم المجرات تشكلاً.

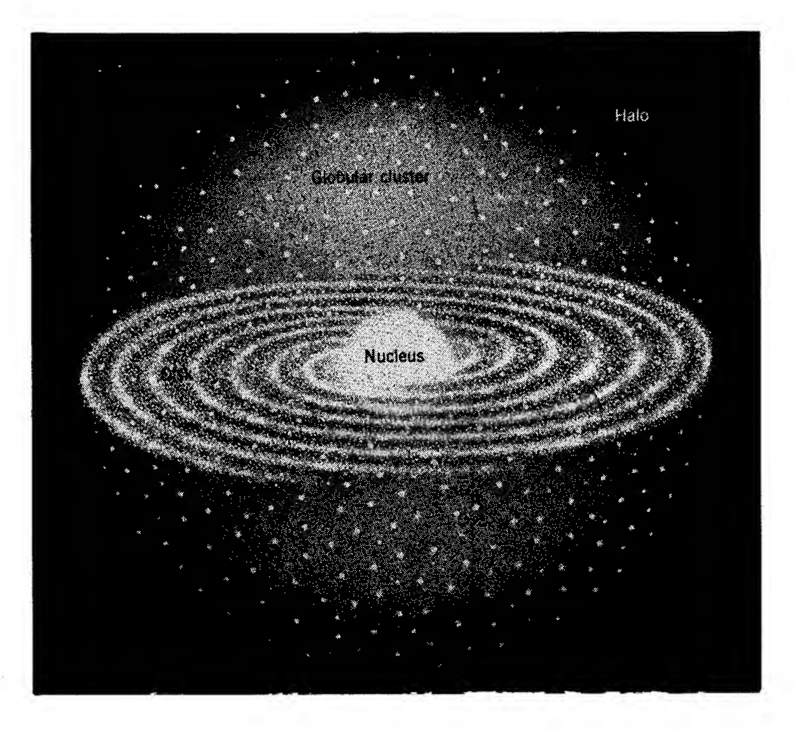
ب ـ المجرات الحلزونية (S) :

تشكل المجرات الحلزونية مايقارب من ٥٠٪ من مجموع عدد المجرات التي احصاها «هوبل». وتنتظم تلك المجرات بشكل قرص مسطح من المادة النجمية، بداخله نواة كروية صغيرة. وتتفرع من النواة عدة اذرع تلتف حولها بشكل حلزون ـ شكل (٦) ـ .



شكل رقم (٦) مجرة حلزونية نموذجية

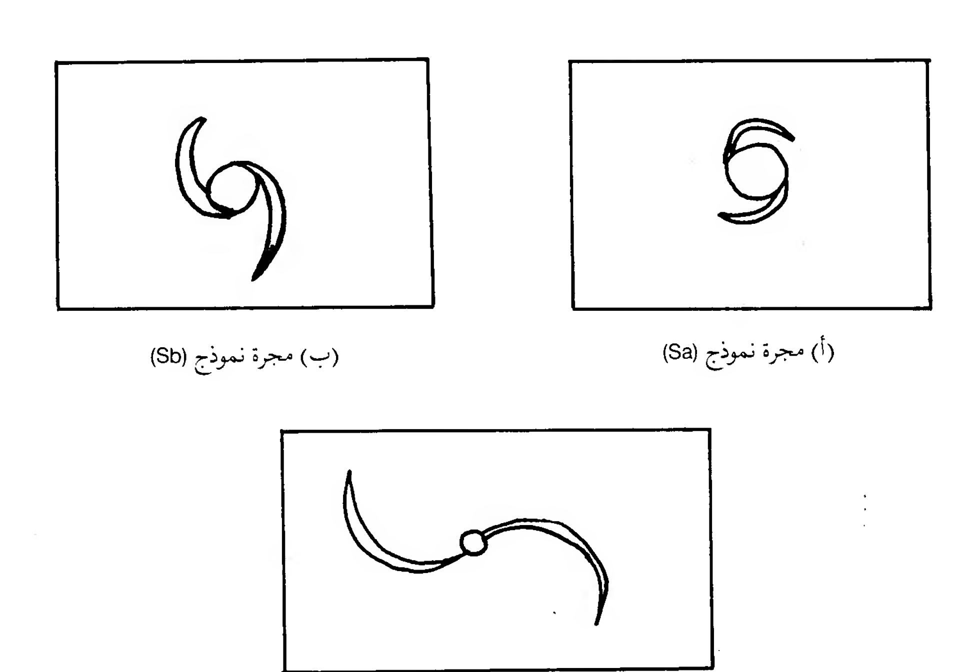
ولهذا النوع من المجرات كتلاً كبيرة نسبياً. بالمقارنة مع غيره من الأنواع. حيث تبلغ الكتلة الوسطية لمجرة حلزونية نموذجية حوالي $١٠^{٤٤}$غراماً، كما تحتوي على أكثر من $١٠^{١١}$نجماً. . ويتكـون هذا الحشـر من النجـوم الحـديثة العهد والمتـوسـطة والقديمة جداً. وتتوضع نسبة ملموسة من تلك النجوم في المناطق البعيدة عن القرص المركزي. والعديد منها يتمركز في تجمعات تدعى بالعناقيد النجمية. وتحتـوي المجرة الحلزونية المتوسطة عدة مئات من العناقيدالنجمية. وهي مبعثرة في الفضاء حول القرص على هيئة حجم كروي هائل. وهذا النموذج المحتـوي على العناقيد الكروية والنجوم المنعزلة يدعى بالهالة المجرية. ويبين الشكل (٧) البنية الكاملة للمجرة الحلزونية. حيث تمثل كل نقطة في الهالة عنقود كروي يحتوي على أكثر من مليون نجم. وربما وصل قطره حوالي مئة سنة ضوئية.



شكل رقم (٧) البنية الكاملة للمجرة الحلزونية

ويعتبر العنقود الكروي (M13) من العناقيد الكروية النموذجية في هالة مجرتنا. وهو يبعد عن شمسنا بحوالي ٢٠ ألف سنة ضوئية. وتكون النجوم في المجرة الحلزونية متركزة في النواة المركزية وفي الاذرع الحلزونية التي تنبعث من المركز. وتلك الاذرع هي التي منحت مثل هذه المجرات اسمها. وتعطي طريقة انحناء الاذرع الحلزونية انطباعاً للمشاهد انها تدور مثل دولاب النار المستخدم في الالعاب النارية.

وبسبب الحجم الكبير لتلك المجرات، فانها تدور ببطء شديد. وتعد مجرتنا (درب التبانة) نموذجاً مثالياً لهذا النوع من المجرات. ولقد صنف «هوبل» المجرات الحلزونية الى ثلاثة نماذج اساسية هي: Sa ،Sb ،Sc وفق درجة انفتاح الاذرع الحلزونية ـ شكل (٨ ـ أ، ب، ج). ويختلف منظر المجرات الحلزونية تبعاً



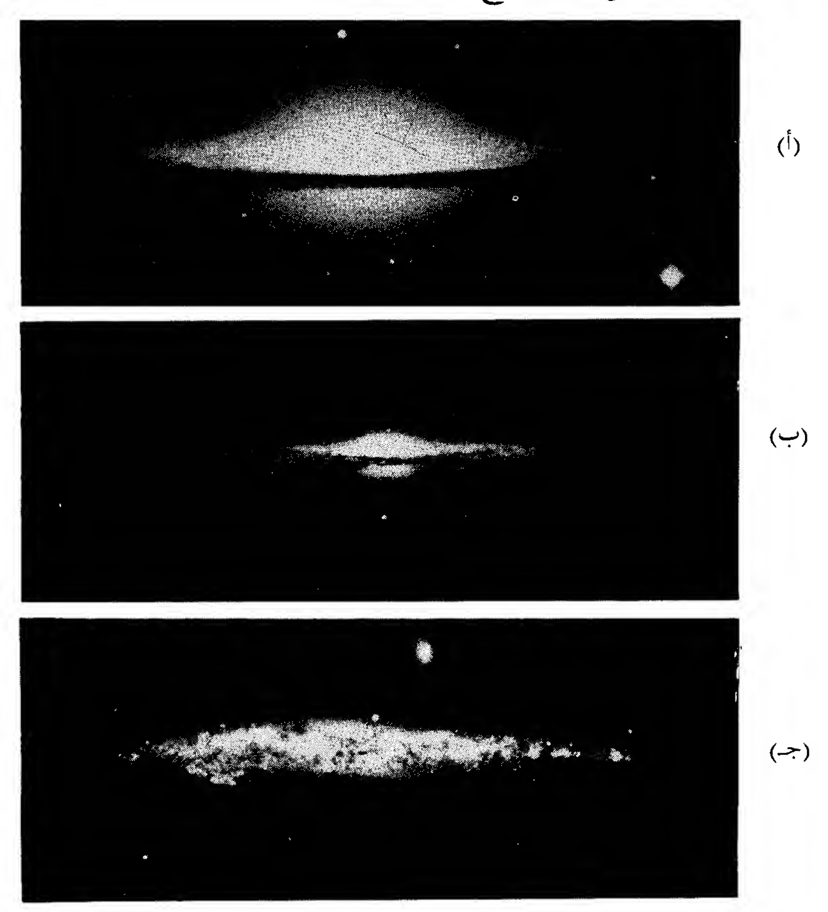
(أ) مجرة نموذج (Sa)

(ب) مجرة نموذج (Sb)

(جـ) مجرة نموذج (Sc)

شكل رقم (٨) انواع المجرات الحلزونية.

لزاوية النـظر اليها. فاذا مانظر اليها وجهاً لوجه، بدت عندها كالدولاب المحاط بأذرع متعددة. في حين اذا ماتم النظر اليها من زاوية جانبية لبدت حينئذ باشكال بيضوية مسطحة، تختلف في درجة تسطحها تبعاً لانواعها السابقة الذكر، ولدرجة بعد الناظر عنها ـ شكل (٩) يوضح ذلك ـ.



شكل رقم (٩) صور فوتوغرافية جانبية للنماذج الثلاثة من المجرات الحلزونية وهي :

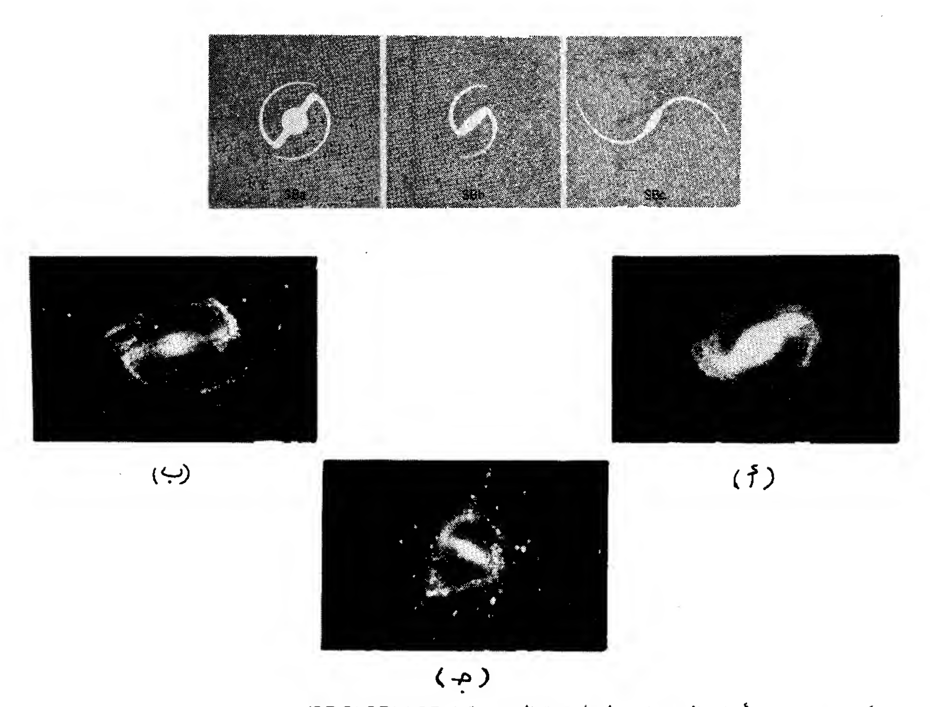
(آ). مجرة نموذج (Sa) وتمثلها مجرة (NGC4594)

(ب). مجرة نموذج (Sb) وتمثلها مجرة (NGC 4565)

(جـ). مجرة نموذج (Sc) وتمثلها مجرة (NGC4631)

جـ ـ المجرات الحلزونية العصوية (ذات القضيب) SB :

تشكل هذه المجرات حوالي ٣٠٪ من مجموع المجرات الحلزونية العادية. ولها ذراعان يدوران خارجها. وتنبثق اذرعها من نهايات القضيب الذي تتركز فيه المادة. وهذا القضيب هو الذي اعطى للمجرة اسمها. كما صنف «هوبل» هذه المجرات العصوية الى ثلاثة نماذج (SBa، SBb، Sbc) وفقاً لدرجة انفتاح الاذرع الحلزونية ـ شكل (١٠ ـ ١١) ـ.



شكل رقم (١٠) أنواع المجرات الحلزونية العصوية (SBa، SBb، SBC)

شكل رقم (١١) نماذج من المجرات الحلزونية العصوية، كما تبدو من الأعلى، وهي: (آ) (ب) (جـ)

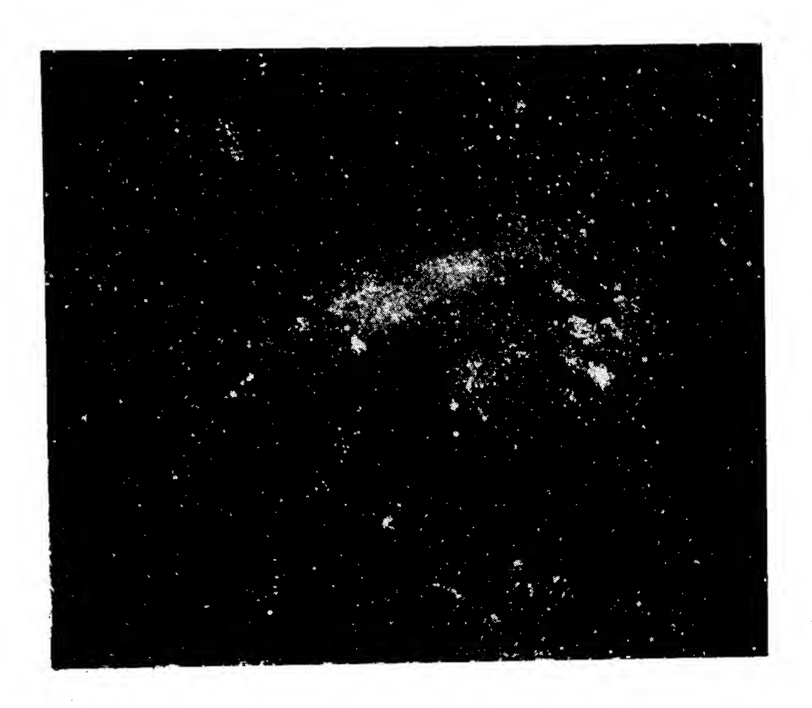
آ ـ مجرة نموذج (SBa) وتمثلها المجرة (NGC 175)

ب ـ مجرة نموذج (SBb) وتمثلها المجرة (NGC1300)

جـ ـ مجرة نموذج (SBC) وتمثلها مجرة (NGC 1073)

د ـ المجرات غير المنتظمة :

وتشغل نسبة صغيرة من مجموع المجرات، لاتقع ضمن التصنيفات السابقة. وليس لهذه المجرات شكلاً هندسياً محدداً وواضحاً. وكتلتها جزء من الف من المجرات الحلزونية، أو الاهليلجية. وعدد النجوم التي تحتويها تقارب من ١٠^٨ ـ ١٠^٩ نجماً. وأغلب نجومها حديثة النشأة، براقة، والقليل من نجومها ذات عمر قديم. وغالباً ماتكون مثل هذه المجرات مأسورة بمجرات حلزونية، بسبب قوى التجاذب. ومثال عن مثل هذه المجرات سحب ماجلان الضخمة المرتبطة بمجرتنا (درب التبانة)، وهي مثال عن أسر المجرات غير المنتظمة ـ شكل (١٢) ـ.



شكل رقم (١٢) مثال عن مجرة غير منتظمة. تمثلها سحابة ماجلان الكبرى

تطور المجرات :

ان السؤال المطروح، هل النجوم سابقة للمجرات في تشكلها؟! أم أن المجرات تشكلت أولاً ليتولد منها النجوم؟ إن المفاهيم العلمية الحديثة تنص على ولادة المجرات أولاً، وذلك اعتماداً على مايشاهد حالياً من تشكل للنجوم من الغازات والاتربة. وقد انطلق العلماء في تفسيرهم لذلك من التعليلات التالية: اذا كانت النجوم جميعها تشكلت أولاً ثم تجمعت فيما بعد بتلك الاعداد الهائلة لتكوّن مايعرف باسم المجرة، فهذا معناه أنه لن يكون هناك حالياً عملية تشكل للنجوم. أما اذا انطلقنا من مبدأ أن المجرات هي التي سبقت في تشكلها النجوم، عندئذ يجب أن تكون كل مجرة قد نمت وترعرت من سحابة غازية لاشكل له، ثم تقلصت ببطء بسبب قوى الجذب الداخلية الكتلية، ولضخامتها الهائلة فانها ستبدو كنجم بدأ لتوه بالتكاثف. إن كافة معلوماتنا عن المجرات من حيث تشكلها ونموها لم تأت من خلال الملاحظات المباشرة، ولم يستطع أي فلكي حتى يومنا هذا من مشاهدة ذلك، إلا أن معلوماتنا عن خواص الجاذبية الكتلية هي التي تقودنا للاستنتاج بأن الطريقة الأكثر قبولاً في تشكل المجرات هي طريقة التكاثف.

المجرات الأولية Protogalaxies :

لنتخيل أننا في المرحلة المبكرة من حياة الكون، والذي تشغله فقط ذرات الهيدروجين والهيليوم، ولم يحتو بعد على أية مجرات أو نجوم، إن تلك المرحلة من حياة الكون تجعله يبدو برمته بصورة سحابة عملاقة يغلب على مكوناتها غاز الهيدروجين. ومن جراء حدوث حركة دورانية للذرات داخل السحابة العملاقة، أخذت بعض الذرات بالتجمع معاً متكاثفة على بعضها البعض فازدادت تكاثفات بعض أجزاء السحابة، وازداد عدد الذرات المتجمعة حتى أصبحت كافية لحدوث تجاذب كتلي متبادل فيما بينها، بحيث منعت عن الانفصال، وشكلت تلك التكاثفات الأولية الجزئية مايشبه السحب المنعزلة والمتميزة عن باقي السحابة

العمـلاقة المحيطة بها، وشكلت مثل هذه السحب المتكاثفة المجرات الأولية، وحينئـذ لم تكن النجـوم قد بدأت بالتشكـل والتطور. ومع مرور الزمن تقلصت مكـونـات المجـرة الأولية، منكمشة على بعضها لتزداد كثافتها ولينجم عن ذلك حدوث جذب داخلي ذاتي فيها.

وتشكلت خلال تلك الفتـرة الـزمنية العـديد من الجيوب الغازية، وكانت مندمجة ضمن الحركة الدورانية والترنحية لمكونات السحابة، وكل جيب من تلك الجيوب الغازية، كان عبارة عن نواة أو بداية لتشكل أو تكون نجم عرف بالنجم الأولي protostar .

وقـد أخـذت تلك النجـوم الأولية منذ بداية نشأتها بالتقلص والانكماش، فازدادت حرارتها، لتصل فيما بعد الى مرحلة امكانية حدوث تفاعلات نووية في مراكـزها، وهكذا مع تشكل وتطور العديد من الجيوب الغازية الى نجوم، حدث تشكل المجرات الأولية الحقيقية ـ شكل (١٣) ـ.

وهكـذا نجـد أن تلك السحـابات، التي كانت أجزاء من السحابة الأولية العظمى، تطورت كل منها إلى العديد من النجوم، وذلك على حساب إنخفاض كمية الغـاز فيها، وبالرغم من أن تلك الغازات كانت ومازالت منتشرة عبر مدى شاسع بين النجوم، إلا أنها لاتتمتع بكتلة مميزة تكفي لحدوث تفاعلات فيها كالتي تحـدث عادة في الكتل الضخمة من الغازات المشكلة للنجوم. ويمكن للنجوم ذات الكتل الضخمة ان تتعرض الى انفجارات من نوع السوبر نوفا، معيدة بعضاً من موادها الغازية للفضاء، وقد يمتزج حطام هذا الانفجار مع الغازات الموجودة في الفضاء متجمعاً مرة اخرى في شكل أجسام نجمية أحدث عهداً، أما المجرات ذات الحجم المتوسط، والنجوم الحمراء فإن شدتها الضوئية تتخامد ببطء دون أن يحدث أي تطور معاكس فيها لكونها لاتحتوي على نجوم ساخنة ضخمة الكتلة ولا على انفجـارات سوبرنوفا، وعندما يخبو ضوء آخر النجوم الضعيفة فيها، عندها تصبح المجرة مقبرة للأقزام البيضاء والنجوم النترونية، والثقوب السوداء، غير أن الوصول إلى هذه المرحلة من التطور يتطلب زمناً طويلاً، فمثلاً نجم بيرنارد (نجم أحمـر صغير) يحتـاج انـطفاؤه لعشرة تريليون سنة، وبما أن عمر الكون حوالي

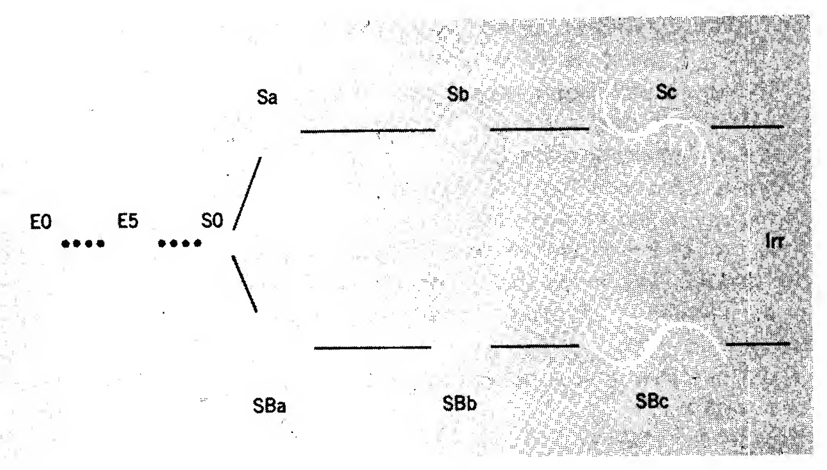


شكل رقم (١٣) نجوم في حالة تشكل

عشرين بليون سنة، فهذا يعني أن عمر الكون الحالي هو جزء بالألف من الزمن اللازم لانطفاء نجم بيرنارد، لهذا السبب لم تشاهد الى الآن مجرات ميتة في الفضاء، أي مازال الكون في حداثته وشبابه، وأن معظم المجرات التي نراها اليوم مازالت في بداياتها.

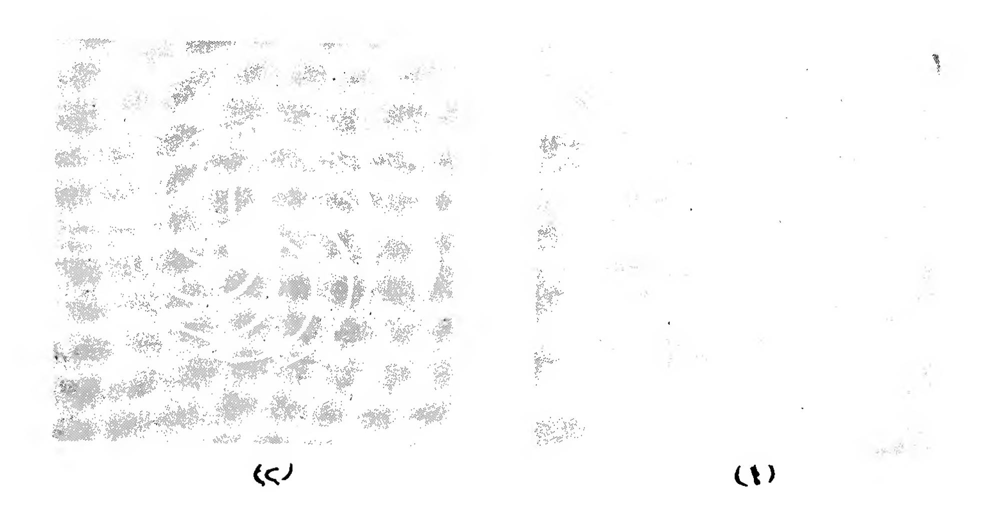
نظريات التطور المجري:

تبدو الأفكار التي عرفناها سابقاً عن ولادة المجرات مقبولة، حيث حظيت بالتأييد من أكثر علماء الفلك. غير أن علماء الفلك لم يستطيعوا أن يقدموا التفسير الدقيق للأشكال المختلفة التي تتخذها المجرات، ويعتقد «هوبل» أن كل مجرة بدائية بدأت من سحابة كروية متطورة بحيث تطورت تلك السحابة الى نموذج مجري كروي من النمط EO وفق تصنيفه. وافترض هوبل أنه بمرور الزمن تتطور المجرات الكروية الى أخرى أهليلجية، وتستمر بعدئذ بالتسطح للتحول الى مجرات حلزونية، أو حلزونية عصوية. ولينتهي تطورها بتحولها إلى مجرات غير منتظمة كما هو موضح في الشكل التالي (١٤).



شكل رقم (١٤) مخطط هوبل الذي يوضح نظريته عن العلاقة بين نماذج المجرات المختلفة

وثمـة نظرية أخرى مشابهة لنظرية هوبل إلا أنها معاكسة لها في الاتجاه، لكونها تنطلق من المجرات غير المنتظمة باعتبارها تمثل المجرات البدائية التي تشكلت في أزمنـة موغلة في القدم، وبمـرور الزمن تعرضت تلك المجرات غير المنتـظمـة للانـدمـاج ببعضهـا البعض مشكلة المجرات الحلزونية أو الحلزونية العصـوية من النمـاذج Sc أو SBc ـ، لتأخذ فيما بعد الأذرع الحلزونية بالدوران والاقتراب أكثر فأكثر من النواة، لتتطور إلى الشكل الأهليلجي، ولكي تتحول فيما بعـد إلى شكل الكرة. ووفق هذه النظرية فان المجرات كافة تدور وتلف وكأنها كرويات، ويوضح الشكـل التـالي (١٥) التـطور المجري وفق النظرية الدورانية المعاكسة لنظرية هوبل.



شكل رقم (١٥) النظرية الثانية للتطور المجري، ويظهر فيها التفاف الأذرع واقترابها من النواة مع مرور الزمن

وعندما وضع هوبل نظريته عن التطور المجري لم يكن هناك من المعرفة العلمية الفلكية إلا بالقـدر الضئيل فيما يتعلق بنماذج النجوم التي تحويها المجرات المختلفة، بجانب أن المعلومات عن ميلاد النجوم وموتها كانت أيضاً قليلة جداً.

ولـو كان «هـوبل» يعيش التطور العلمي الحالي لعرف عندئذ بأن نظريته ليست صحيحة تماماً. ومفتاح الموضوع هنا ينطلق من حقيقة أن المجرات الأهليلجية تشكل نصف المجرات القديمة نسبياً ذات النجوم المائلة للحمرة، والتي لايوجد في فراغهـا بين النجمي أية غازات أو أتـربـة، مما يدل على أن تلك المجرات إجتـازت مرحلة حياتية غنية بتشكـل النجوم، ونسوء الحظ فإن النظرية المعاكسة للتطور المجري ليست مقبولة تماماً لعدة أسباب. والاضطراب في هذه النظرية هو أن المجرات غير المنتظمة والحلزونية تحتوي على نجوم قديمة كقدم النجوم في المجرات الاهليلجية، ويستنتج مما تقدم أن المجرات غير المنتظمة والحلزونيات كانت موجـودة فعلاً مثل الاهليلجيات، وليست متشكلة حديثاً كما تقترح النظرية المعـاكسـة للتطور المجري. والاستنتاج الوحيد الذي يبدو ممكناً حدوثه هو أن النمـاذج المختلفة من المجرات لاتمتلك في طياتها علاقات الأب والأبن، أي بمعنى أن ليس كل مجرة قد تطورت بالضرورة من نموذج واحد إلى نموذج آخر خلال مدة حياتهـا. ممـا يدل على أن المجرات التي نشاهدها اليوم في السماء ليست مختلفة الأعمار. وأن المجرات الأهليلجية والحلزونية ليستا مراحل تطور في حياة المجرات النظامية النموذجية، بل هم جميعاً أنواع مختلفة النماذج تماماً.

تغير الاشكال المجرية:

هل لسرعة دوران مجرة حول نفسها علاقة بشكلها أم لا؟ لقد ظهرت عدة نظريات للاجابة على هذا السؤال، وأهمها تلك التي تربط بين كمية اللف الدوراني وتفلطح المجرة. فمن المعتقد أن المجرات الكروية عند تكاثفها في بداية تشكلها كانت تدور حول نفسها ببطء شديد، ولم يكن لها ميل للانبساط والتفلطح آنذاك، غير أن المجرات الاهليلجية كان لها سرعة دوران متوسطة عندما تشكلت. وبالتالي كان لها درجة معينة ومحدودة من التفلطح والانبساط أثناء تكاثفها.

أما المجرات الحلزونية فطبقاً لتلك النظرية كان لها كمية دوران أكثر، مما سبب زيادة في تفلطحها وانبساط مادتها بشكل قرص حقيقي، وكان لذلك القرص

شكلاً إهليلجياً مجسماً ومنبسطاً تماماً. ومن ناحية أخرى فإن نواة المجرة الحلزونية كانت مكـونة من المادة الموجودة بجوار مركز المجرة البدائية، وبالتالي لم تكن متأثرة بحركة الدوران السريعة للمناطق البعيدة من المجرة، وقد تكاثفت تلك النواة وتقلصت بالاندماج الذاتي نحو الداخل وبدون تفلطح زائد. لهذا كان لتلك النواة خواص مجرة كروية صغيرة. والذي يدعم هذا الاستنتاج هو أن لتلك النواة نفس نماذج النجوم، وخواصاً أخرى تشبه خواص المجرات الكروية أو الاهليلجية.

ولكن لماذا يبقى قرص المجرات الحلزونية محتفظاً بكثير من محتوياته من الغاز والتراب والنجوم الساخنة، ونجوماً مازالت في مرحلة التشكل؟. فاذا كانت جميع المجرات متساوية في القدم، فنتوقع أن يكون تشكل النجوم متقدماً عما سواه في القرص تماماً مثل تشكلها في النواة أو في المجرات الكروية والاهليلجية. لكن الجواب الأكثر احتمالاً هو أن كثافة المادة في القرص أقل بكثير من الكثافة في النواة أو من الكثافة في المجرة الكروية أو الاهليلجية. حيث تمنع الحركة الدورانية مادة القـرص من الانتقـال للداخل نحو المركز. لذلك لايمكن لتلك المادة التكاثف لدرجة عالية جداً كالتي موجودة في مركز المجرة. وهكذا يكون تشكل النجوم في القرص أبطأ نسبياً، ولايخلو الأمر من بعض الحالات النادرة، والتي يتكون فيها استثنائياً جيب غازي مضغوط بسبب صدم السحب المجاورة.

والآن، ماهـو تفسير الأذرع في الحلزونيات؟... والجواب هو أن احدى النظريات المطروحة تفترض أن مادة القرص مركزة في مناطق منفصلة. وأن جل مكوناتها هي الغاز والتراب والعديد من النجوم. وتنحني تلك المناطق المنبثقة من مركـز المجـرة بشكـل حلزوني بسبب حركتهـا البـزمية الدورانية ومشكلة الأذرع الحلزونية. ولاتخلو تلك النظرية من بعض النواقص ذات الأهمية، أحداها، هي حقيقة أن السرعة الزاوية للمادة في القرص الدوار تهبط بالابتعاد عن المركز، فمن أجل مسافة معينة عن المركز، لتكن السرعة الزاوية فيها هي (١٥) خمسة عشرة درجة خلال فترة زمنية معينة، فإن جزءاً آخر يبعد ضعف المسافة السابقة عن المركز تكـون السرعة الزاوية فيه خمسة درجات خلال نفس الفترة الزمنية السابقة. ومع مضي الزمن يحدث تخلف للمناطق الخارجية للأذرع أكثر فأكثر بالنسبة للنواة.

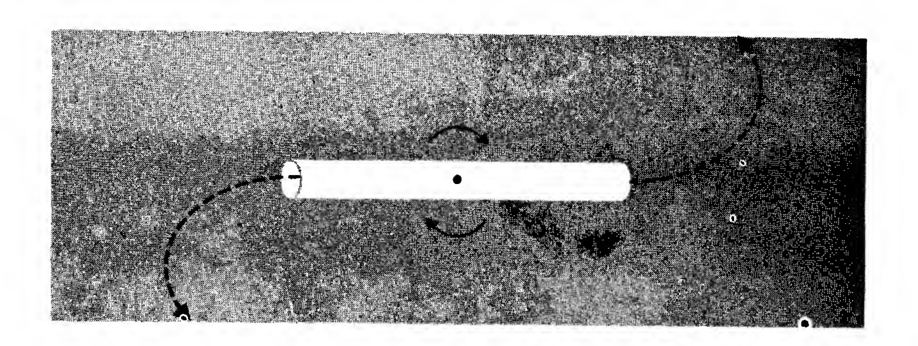
وبعد دورة أو دورتين يحدث التفاف محكم للأذرع حول النواة المركزية، ولاتعد بعد ذلك المجرة الحلزونية حلزونية، إذ لايمكن حينئذ تميزها واعتبارها مجرة حلزونية.

أي بكلمة أخرى، إن الشكل الحلزوني للمجرة ليس أبدياً، وليس مستقراً وثابتاً على مر الزمن، بل أن الحلزوني ذي التركيب المفتوح الأذرع من النموذج (Sc)، له زمن حياة يصل لبضع مئات الملايين من السنين أو نحوها. وهو زمن نموذجي لدورات المجرات الحلزونية.ويشاهد العديد من المجرات النموذج (Sc) في السماء لكنها بعيدة جداً.

أما النظرية الأحدث ظهوراً فهي تقدم صورة مختلفة تماماً، ووفق هذه النظرية فإن المادة في القرص المركزي انتشرت بطريقة متجانسة عبره. لكنه نشأت فيما بعد أمواج كثافة في المادة المنتشرة عبر القرص، وأدت تموجات تلك الكثافة الى تشكل نموذج الاذرع الحلزونية في مواضع قمم تلك الأمواج المنتشرة حول القرص. وبين تلك القمم توجد مناطق منخفضة الكثافة المادية. ويكون اختلاف الكثافة بين القمة والقاع في المنحني الاهتزازي الجيبي حوالي ٥٠٪ فقط. مما يسبب خداعاً بصرياً يعطي لتلك المجرات شكلها الحلزوني الدوار. وبسبب الميل الشديد لتشكل النجوم في مناطق الكثافات العالية، لذا فان غزارة النجوم فيها سيكون عالياً جداً. وحيثما يكون التشكل النجمي سريعاً، فالضياء الوارد من ذلك المكان سيكون أعظمياً شديداً. وفي تلك المواضع تتشكل النجوم الساخنة الزرقاء باستمرار. وهكذا عندما يسجل الشخص المشاهد الضوء المرئي الوارد من ذلك القرص فانه سيحصل على نموذج واضح جداً للاذرع الحلزونية المضيئة.

والأن ماهو تفسير الشكل الحلزوني العصوي لبعض المجرات؟ الجواب هو أن سبب تشكلها ليس واضحاً، ولم يعرف بعد كيف يحدث هذا التركيز القضيبي من المادة وبهذا الشكل. ولكن ذلك لايمنع من تقديم شرح وتعليل لتشكل الأذرع الحلزونية لها. فعندما يصل نجم أو حتى ذرة لطرف القضيب فانه سيتحرك للفضاء الخارجي، ويحدث ذلك إذا كان القضيب المجري دواراً. ويرافق ذلك تخلف للنجم والذرة المتحركان للخارج من طرف القضيب. وسوف يتشكل نهر من

النجـوم والذرات المغادرة، ويكون لهذا النهر مساراً منحنياً. ويبين الشكل (١٦) المسار المنحني الذي يتبعه نهر النجوم والذرات أثناء مغادرتهم طرفي القضيب.



شكل رقم (١٦) المسار المنحني الذي يسلكه نهر النجوم والذرات أثناء تركهم لطرف القضيب المجري

المجرات المضيئة البهية Peculier Galaxies :

لوحظ أن نسبـة قليلة من المجـرات في السماء ليست ذات شكل مألوف وتخص المجرات مجموعة دعاها هوبل بالمجرات البهية، وهي تشكل حوالي ١ - ٢٪ من الجمهرة المجرية للسماوات، ويظن أنه كان لمعظم تلك المجرات في زمن ما أشكال طبيعية نظامية، ولكن حدث لأشكالها تشوهات متكررة وعديدة أدت الى تغير مظهرها، وسبب ذلك هو حوادث كونية غير مألوفة، ربما كانت اصطدام مجرة مع مجرة أخرى، أو انطلاق غامض للطاقة من مركز المجرة.

التصادم بين المجرات :

نتيجة حركة المجرات الدائبة. فإن احتمال حدوث تصادم بين المجرات أمر وارد. وبالفعل فقد تم تصوير بضع مئات من الاصطدامات الظاهرة أو شبه الاصطدامات بين المجرات. ويبين الشكل (١٧) جسماً مضيئاً بهياً، وعلى مايبدو أنه تصادم مجرتين. ويعتقد أن احتمال حدوث اصطدامات مجرية هي أكثر من احتمال وقوع الاصطدامات بين النجوم، لأنه منذ اختراع جهاز التلسكوب وحتى الآن لم يتم تصوير أو مشاهدة اصطدام نجمي واحد.

إن الاصطدامات النجمية نادرة جداً. وسبب ذلك أن متوسط المسافات الفاصلة بين النجوم أكبر بكثير بالمقارنة مع حجوم النجوم، وفي مجرتنا تبلغ تلك المسافة المتوسطة بين النجوم حوالي ٤٨ تريليون كيلو متر وهي أكبر بمليون مرة من حجم أي نجم.

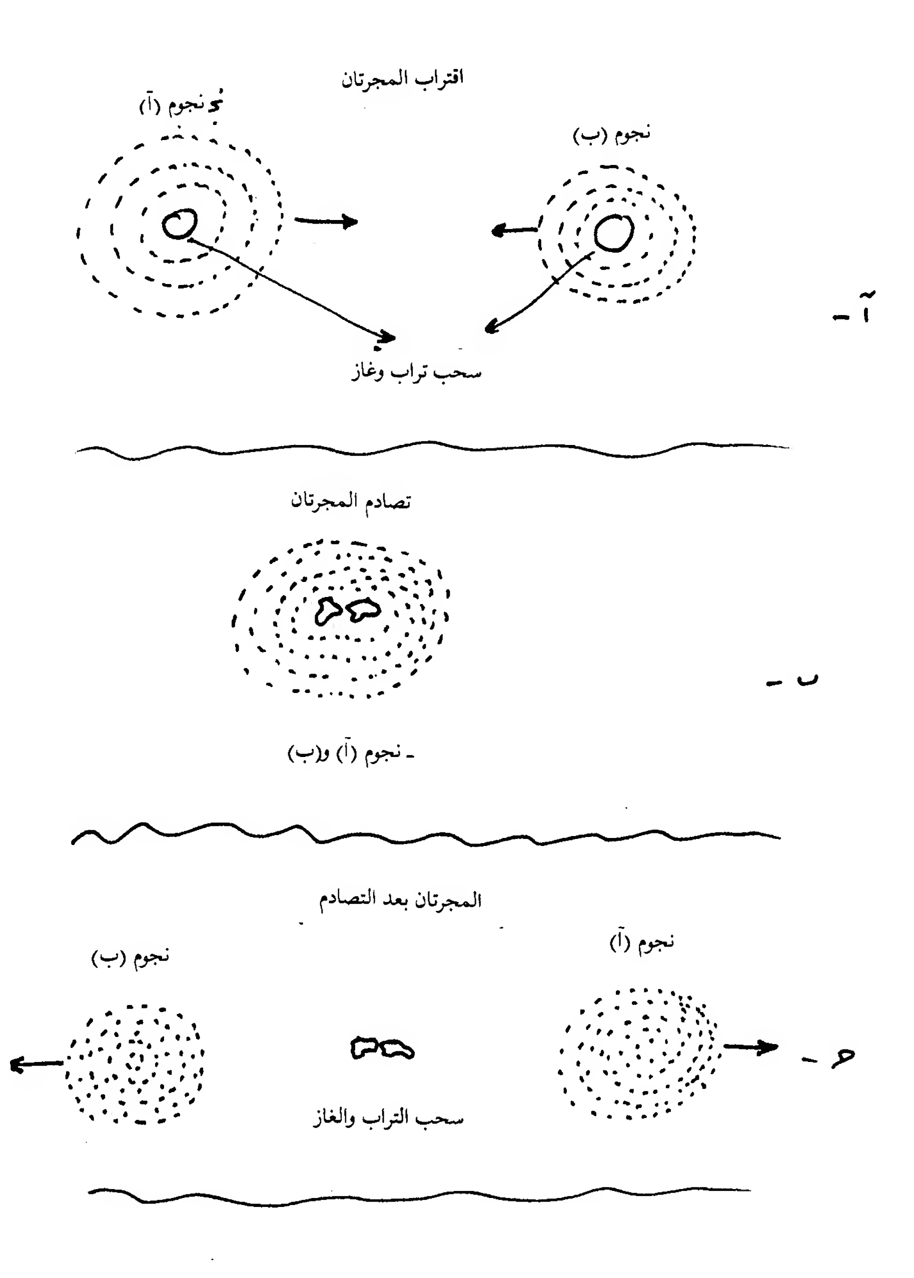


شكل رقم (١٧) صورة لجسم مضيء بهي. ويبدو أنه تصادم بين مجرتين ولقد سمي هذا الجسم ...
(NGC 2535 / 3...

لكن المسافة المتوسطة بين المجرات هي حوالي سنة أو سنتين ضوئتين، وهي أكبر بعشر مرات فقط من قطر أي مجرة نموذجية مثل مجرتنا، أو مثل مجرة اندروميدا. وهكذا لايدهشنا النظر إلى السماء أي مشهد اصطدام نجمي، لكننا في نفس الظروف نشاهد عدداً من المجرات تتصادم مع جيرانها أو في طريقها للتصادم.

كان يعتقد عندما تم اكتشاف المجرات الراديوية لأول مرة ان سببها هو اصطدام بين مجرتين، طالما ان احتمال اصطدام مجرتين أمر متوقع وملموس. ويرافق ذلك التصادم انتشار طاقة هائلة، وحدوث فوضى في المجرتين المتصادمتين. وأنه بسبب صغر حجوم النجوم بالنسبة للمسافات الفاصلة بينها فإن نجومهما تمران عبر بعضهما البعض بمنتهى الرقة واللطافة بدون وقوع أي حوادث تصادم نجمية عنيفة وسيبدو للمشاهد أن أعداد النجوم هي ضعف العدد المألوف في المجرة الواحدة غير المتصادمة، وبعد اجتياز المجرتين المتصادمتين لبعضهما البعض تعود كل منهما لكثافتها النظامية المألوفة.

لاحظنا سابقاً أن احتمال اصطدام النجم من مجرة بآخر من مجرة أخرى هو احتمال صغير جدا. ولكن في حالة احتواء المجرتين لسحب ضخمة من الغازات والاتربة فيحدث عندها تصادم عنيف بينهما، ولكن كمية الطاقة الصادرة عن ذلك التصادم لاتكفي لجعلهما منابع طاقة عالية وراديوية. ويبين الشكل (١٨) مراحل تصادم مجرتين تحويان سحباً ترابية وغازية ونجوم.



شكل رقم (١٨) اصطدام مجرتان ويتخلف عنه السحب الغازية والترابية لكن نجومهما لاتتصادم

مجرات مضيئة شاذة (مجرات اضاءتها غير طبيعية) Abnormally Luminous Galaxies :

للمجرة الشديدة الضياء (M82) شكلاً غريباً، وغير مألوف. وبالاضافة لذلك فهي منبع قوي للطاقة وبشكل أكثر من المتوقع. وهي تشع للفضاء الخارجي طاقة أكثر بكثير مما تصدره مجرتنا. ويبين الشكل (١٩) الشكل الغريب لتلك المجرة.

وبالرغم من أن الفلكيين قد درسوها لعدة أعوام خلت، إلا أنهم لم يتوصلوا لمعرفة مقدار تلك الطاقة العالية الصادرة عنها، والسبب في ذلك هو أنهم رصدوها وشاهدوها فقط في حزم الضوء المرئي من الطيف.

وفي عام **١٩٦٩** تم قياس الأشعة الحمراء المنبثقة منها لأول مرة ووجد أنه (٢×١٠^{٤٥}) ارغة/ثا. مع العلم أن الاضاءة الكلية لمجرتنا والمقيسة من أجل جميع الأطوال الموجية هي حوالي (٢×١٠^{٤٤}) ارغة/ثا.



شكل رقم (١٩) صورة للمجرة (M82) بالضوء الأحمر ـ لخط الهيدروجين ذي الطول الموجي 6563 . أنغستروم.

وهذا يعني أن المجرة (M82) تشع في المجال تحت الأحمر أكبر بحوالي عشرين مرة مما تشعه مجرتنا في كل الاطوال الموجية مجتمعة. وطالما أنه يحتمل كون كتلة المجرة (M82) أقل من كتلة مجرتنا، ومع ذلك تطلق طاقة أكثر بعشرين مرة من الطاقة التي تطرحها مجرتنا.

إن الطاقة المشعة من مجرتنا ترد من التفاعلات النووية والتي تجري في نجوم المجرة. والسؤال الأن ماهو السبب الذي يجعل التفاعلات النووية في نجوم المجرة (M 82) يعطي طاقة أعلى بمئات المرات من طاقة نجوم مجرتنا؟ ومحاولة تفسير ذلك وسعت نظريات العلم الفلكي لأبعد حدوده. حيث قدمت عدة نظريات تفسيراً للطاقة المتحررة من مراكز المجرات المتفجرة مثل المجرة (M 82). واحدى تلك النظريات تفترض وجود مادة لدنة طازجة غير معروفة النشأة والأصل في مركز المجرة وفجأة تصبح تلك المادة فعالة في مركز المجرة وتتكاثف لتتحول لنجوم زرقاء ساخنة. وتمتص سحب التراب المحيطة بالنواة الاشعاع الصادر عن تلك النجوم الزرقاء. ثم تشع تلك السحب بدورها هذه الطاقة في المجال تحت الأحمر. وهذا يفسر الضياء العالي للأشعة تحت الحمراء الصادرة عن نواة تلك المجرة (M82). وتقترح نظرية أخرى أنه في اثناء تجمع النجوم وبترابط شديد في مركز المجرة تتوفر فرصة إمكانية حدوث سلسلة من انفجارات السوبرنوفا. ويكفي انفجار سوبرنوفا واحد ليجر بعده سلسلة من تلك الانفجارات بالتتالي، مطلقة كميات هائلة من الطاقة النووية خلال زمن قصير نسبياً. ولقد اقترحت نظريات أخرى لكنها كانت ذات سلوك غير مألوف فلم يؤخذ بها.

الفصل الثالث

انفجار المجرات

على الرغم من السكون والهدوء الظاهري الذي تبديه السماء لمن يراقبها ليلاً، إلا أنها في الحقيقة تضج بالحركة وتعج بالأجسام المتفاعلة، فهناك يتشكل نجم، وفي مكان أخر يحدث انفجار لنجم، وفي موضع مايتشكل كوكب، وفي موضع آخر ثقب أسود يبتلع مجرة، وهكذا. ولكن أهم تلك الأحداث الكونية هي تلك التي يشاهد فيها إنفجار مجري. وتزداد الأهمية تبعاً لحجم المجرة التي تعاني الانفجـار. ولقد تم كشف حالات انفجار المجرات في العصر الحديث بواسطة التلسكوبات الراديوية، إذ أن المجرات تشع عادة ضوءاً مرئياً، إلا أنها تشع إشعاعاً راديوياً قوياً إبان انفجارها.

وفي علمي الفيزياء والفلك فإن حادثـة ذات طاقة منتشرة أو ممتصة لاتمر بسلام بل يجب تقدير الطاقة المتبادلة فيها بواحدة الجول أو الارغة*. وسوف نعتمد واحـدة الارغـة لأنها الأقرب إدراكاً لنا. فمثلاً عندما ينفجر طن واحد من مادة (ت.ن.ت) تنطلق طاقة مقدارها (٤×١٠^١٦) أرغة. وعند انفجار قنبلة ذرية قوتها عشرين كيلو طن من مادة ت.ن.ت تتحرر طاقة مقدارها (١٠^٢١) أرغة، أي ألف

* الارغة هي واحدة عمل. والعمل هو حاصل ضرب القوة بالانتقال. حيث تقدر القوة بواحدة الدينة والانتقال بالسانتيمتر. والدينة هي مقدار القوة المطبقة على جسم كتلته غرام واحد لتحريكه بتسارع مقداره سانتيمتراً واحداً في مربع الثانية.

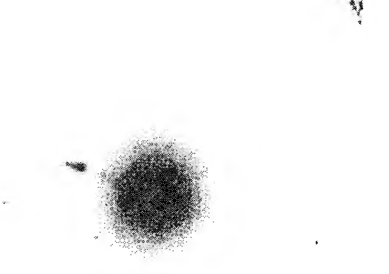
مليون مليون مليون أرغـة. والاندفاع البركاني يطلق طاقة تكافىء قوة عدة قنابل ذرية، حيث تحسب طاقـة الاندفاع البركاني عادة بشكل معدل وسطي وتحسب بواحدات الارغة/ثانية. وبعد ذلك تحسب الطاقة الكلية المشعة خلال كل فترة الاندفاع. فمثلاً بركان سورتسي Surtsey وهو بركان حديث العهد ويقع على أحد سواحل جزيرة آيسلنده. كان معدل طاقته المتحررة هو (10^{18}) أرغة/ثا. واستمر نشاطه لعدة أشهر، وبالتالي كانت الطاقة الكلية له حوالي (10^{25}) أرغة.

وطبعاً توجد طاقات أعلى من ذلك بكثير، وهي تحدث عند انفجار النجوم. إذ أن أقل طاقة لانفجار نجمي هي أكبر بكثير من أضخم انفجار بركاني عرف على سطح الأرض. فمثلاً تقذف ألسنة اللهب الشمسية أعداداً هائلة من الجسيمات النووية والطاقة الضوئية والأمواج الراديوية. وتكافىء الطاقة المتوسطة لأحد ألسنة اللهب الشمسية بضـع ملايين مرة الانفجـارات البـركـانية. إذ تصل تلك الطاقة لحوالي (10^{31}) أرغة.

أما انفجار النوفا والتي يقذف فيها جزءاً من الطبقات الخارجية لنجم ما، فإن هذا الانفجار يحرر طاقة أعلى من طاقة السنة اللهب الشمسية بمقدار (10^{14}) مرة، أي أعلى بمئـة مليون مرة. ويرافق هذا الانفجار ضياء أشد بملايين المرات من ضياء النجـم في حالته الطبيعية.

وتشير أقـرب التقـديرات إلى أن طاقة انفجار النوفا تصل لحوالي (10^{45}) أرغة. أما انفجار السوبرنوفا والتي يحدث فيها تدمير شامل لمادة النجم، فتكون طاقتها من الارتفاع بحيث لايمكن وصفها، اذ تصل تلك الطاقة لحوالي عشرة آلاف مرة من انفجار النوفا، أي هي بحدود (10^{49}) أرغة. ولكن الأعلى من ذلك هي طاقة انفجـار السوبرنوفا، وهي انفجارات حدثت لعدة نجوم عملاقة جداً ووقعت قبل ملايين السنين، لأننا نشاهد بقاياها اليوم، وهذا دليل على حدوثها. وتعادل طاقة انفجار السوبر سوبرنوفا حوالي طاقة انفجار مليون شمس. وهي طاقة عالية جدا لايمكن تخيلهـا أو تصور عظمتها، إذ يحدث في هذا الانفجار تمزق لقطعة من المجـرة. والـطاقـة التقديرية لمثل هذا الانفجار أمكن التكهن به، حيث وصل لحوالي مئة ألف مرة من طاقة انفجار السوبر نوفا العادية، أي تصل طاقته لحوالي

($١٠^{٥٤}$) أرغـة. وبالطبع بالامكان تعميم هذا المجال من الطاقات بحيث تشمل جميع الـطاقـات المشعـة من المجـرات المنفجـرة. وهكذا تصل الطاقة الكلية المتحررة من انفجار المجرات الراديوية لحوالي عشرة ملايين مرة لتلك التي هي لانفجار السوبر سوبر نوفا، أي بطاقة اجمالية هي ($١٠^{٦١}$) أرغة، أي مايعادل بيليون انفجار من نوع السوبر نوفا ـ الشكل (٢٠) ـ.



شكل رقم (٢٠) صورة فوتوغرافية للمجرة المنفجرة M87 وتبين هذه الصورة التي تم التقاطها خلال تعريض زمني قصير جداً نواة المجرة ونافورة من المادة المنفجرة تنبعث منها.

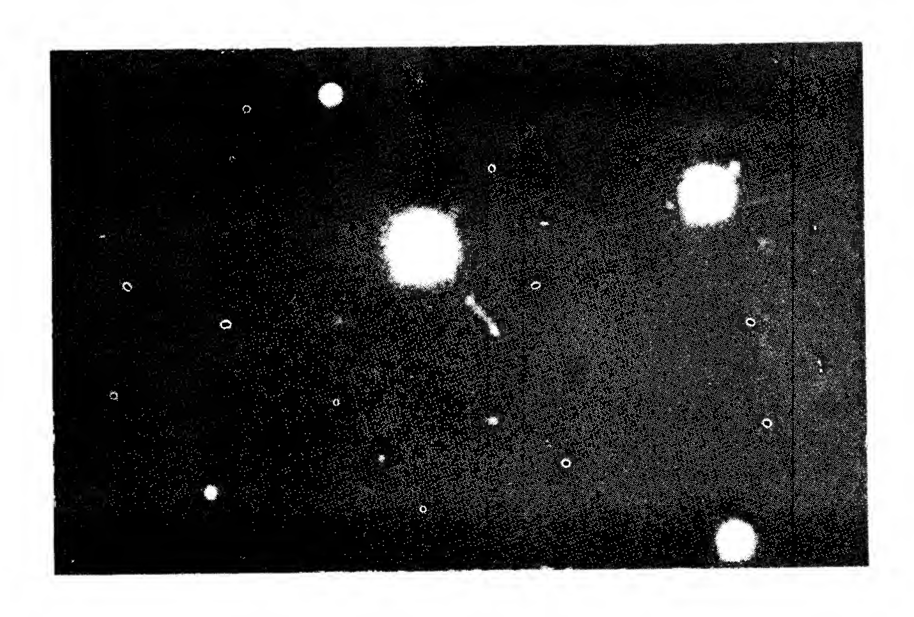
نماذج من الانفجارات المجرية:

يمكن تقسيم الانفجارات التي تحدث خارج مجرتنا لقسمين وهي:
آ ـ الأجسام شبه النجمية وهي تشمل الكواسارات.
ب ـ الأجسام شبه النجمية الزرقاء.

الكواسارات:

وهي مجرات صغيرة وأصغر من المجرات المألوفة في الكون، ولكنها تشبه

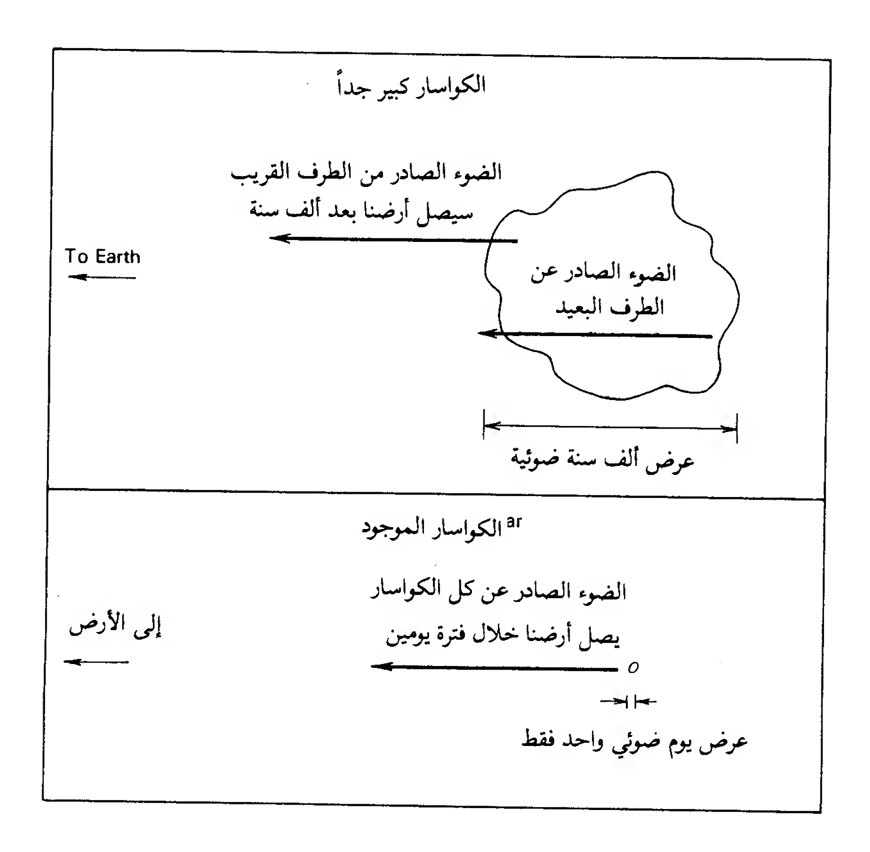
النجوم في إصداراتها الاشعاعية، فهي تشع طاقة راديوية وضوئية قوية جداً. وتمتاز بصغر حجمها وسرعة دورانها الهائلة حول نفسها. وعند قياس تلك السرعة باستخدام ظاهرة الانحراف اللوني (ظاهرة دوبلر) تم التوصل إلى أن قيمة تلك السرعات تتراوح بين عدة آلالف من الكيلومترات /ثانية إلى ٩٠٪ من سرعة الضوء. ولقد استخدم في ذلك القياس طريقتان هما التصوير الفوتوغرافي والقياسات التلسكوبية الراديوية ـ أنظر الشكل (٢١) ـ.



شكل رقم (٢١) صورة فوتوغرافية لأشد الكواسارات لمعاناً والمشاهدة من الأرض وهذا الكواسار يدعى بـ (3c 273)

وكثيراً جداً وخلال فترات متقاربة يعاني الكواسار من تقلبات وتغيرات فجائية في اضاءته. ولايدوم زمن هذا التأرجح في الاضاءة عموماً أكثر من بضعة أيام. وربما وصلت لأسابيع محدودة. وهذا يشير إلى أن حجم الكواسار صغير جداً إذا ماقورن بحجم المجرة. ويشعرنا هذا الصغر في حجم الكواسار بالاستغراب

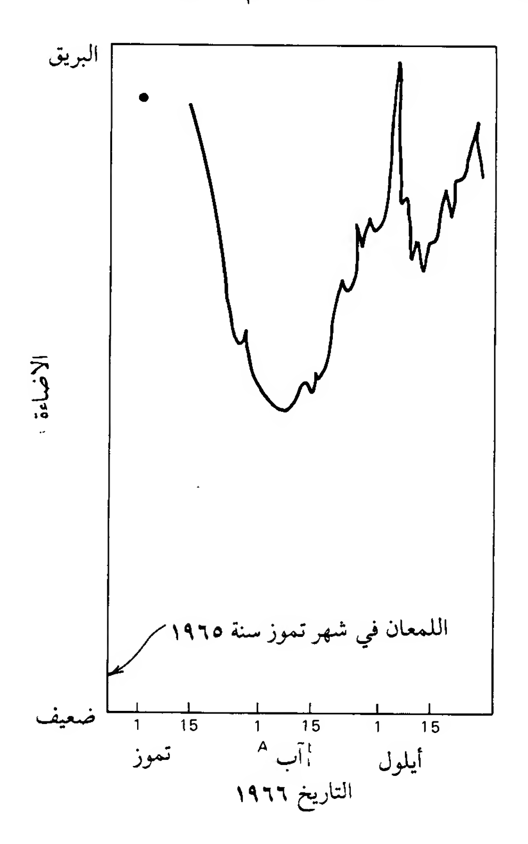
والدهشة حول كيفية وكمية الطاقة الهائلة الصادرة عنه. ويبين الشكل (٢٢) رسماً تخطيطاً لأبعاد الكواسار المحتملة، وهي يوم ضوئي أو اكثر من ذلك بقليل. وذلك يفسر التغير السريع والمفاجىء في لمعان الكواسار خلال أيام قليلة. فلو كان اتساع الكواسار عدة سنوات ضوئية فسوف لن تتغير اضاءته خلال تلك الفترة الزمنية القصيرة. واذا افترضنا أن طول كواسار ما ١٠٠٠ سنة ضوئية وحدث تغير كلي في اضاءته خلال لحظة واحدة، فسوف نرى التغير الضوئي الواصل من طرفه القريب، وبعد ألف سنة سوف يصلنا هذا التغيرمن الطرف الآخر البعيد. وسوف نرى أن



شكل رقم (٢٢) لماذا يجب أن يكون الكواسار صغيراً جداً كي نرى تغيرات لمعانه خلال يوم أو يومين فقط؟

التغير الكلي في الضوء قد توزع على كل فترة الألف سنة، ولهذا السبب لايمكننا قبول فكرة كون حجم الكواسار أكبر من يوم أو يومين ضوئيين على الأكثر.

ويبين الشكل (٢٣) منحنياً بيانياً لتغيرات الضوء الوارد من الكواسار (3c 446) وذلك عندما تم قياسه خلال أشهر صيف عام ١٩٦٦.



شكل رقم (٢٣) منحني تغيرات ضوء الكواسار 3c 446 خلال أشهر صيف عام ١٩٦٦

المجرات الراديوية:

وهي نوع آخر من الاجرام فوق المجرية المنفجرة. وهي تبدو بشكل عام

كمجرات عادية ذات تألق بهي، ويغلب عليها شكل المجرات الأهليلجية مع توزع غير منتظم لسحب الغازات والاتربة فيها، لأن كميات السحب والغاز فيها تعاني من اهتزازات ضخمة ونماذج صدمية وارتجاجية قوية. لهذا تكون هذه المجرات منابع قوية للأمواج الراديوية بالاضافة للأضواء الساطعة الصادرة عن نواتها.

اسباب الانفجارات المجرية:

اثارت الانفجارات المجرية الكثير من الجدل بين علماء الفلك والفيزياء. وذلك بغية الوصول لتفسير تلك الانفجارات التي يتحرر فيها طاقة تعادل طاقة انفجار عدة بلايين من الشموس. وقد ظهرت عدة نظريات لتفسير أسباب تلك الانفجارات ومنها:

آ - تصادم المجرات:

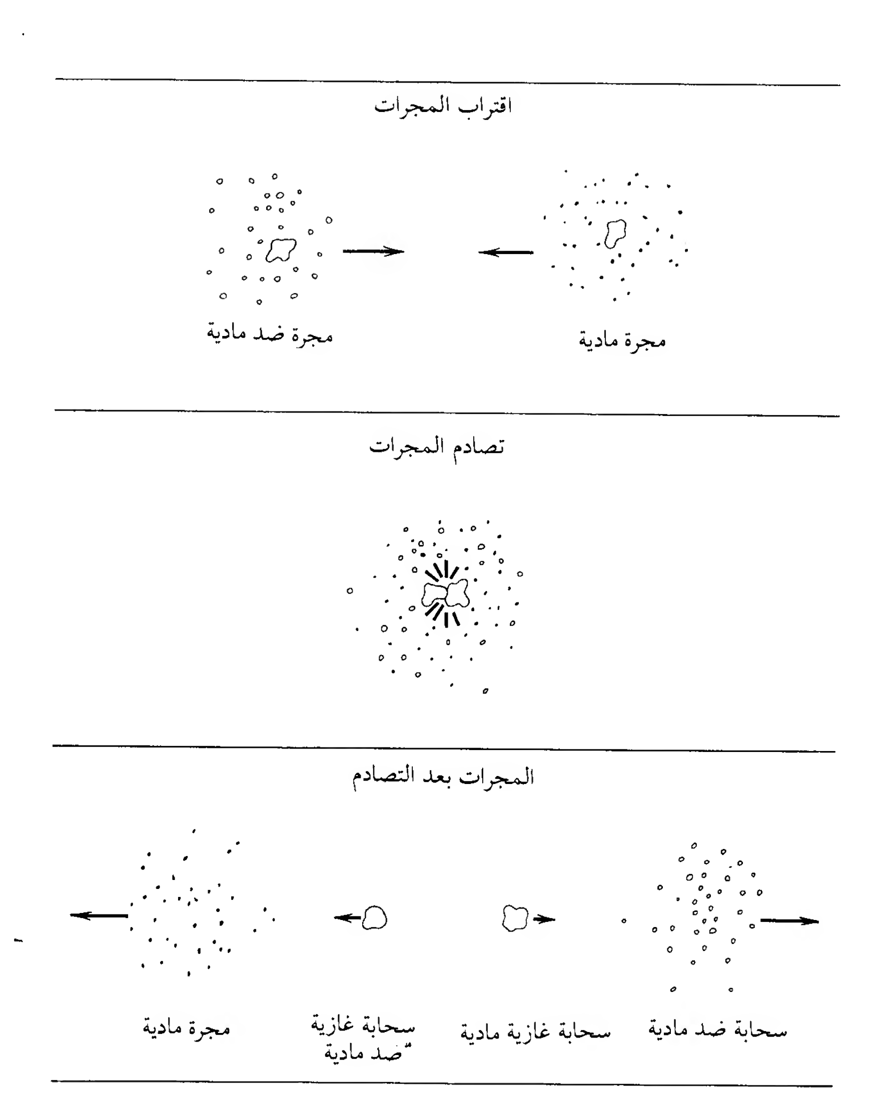
عندما تلتقي مجرتان يحدث عبور لكل منهما عبر الاخرى. ولايحدث تصادم بين نجومهما بسبب صغر حجوم تلك النجوم بالنسبة للفراغات الشاسعة بينها، وإذا صدف أن تلاقى نجمان وتصادما فإنه تنتشر طاقة ضخمة مصحوبة باشعاع راديوي. ولقد شوهد عديد من المجرات في حالة تصادم، لكن فترة التصادم لايمكن معرفتها ولاقياسها. وربما احتاج ذلك لملايين السنين. ولقد أمكن لعلماء الفلك معرفة المجرات المتصادمة عن غيرها بملاحظة أن عدد نجومها هي ضعف عدد نجوم المجرات العادية. وبعد اجتياز كل مجرة للأخرى فانهما تتركان السحب الترابية والغازية معاً. وتخرج كل منهما بنجومها سالمة تقريباً وبعدها تبدأ تلك السحب الغازية والترابية في تشكيل تجمعات نجمية وغيرها من الاجرام.

ب ـ تصادم بين مجرة مادية وأخرى ضد مادية Antimatter :

ربما كان السبب في انفجار المجرات تصادم بين مجرة مادية وأخرى ضد مادية، اذ وجد العلماء في المختبرات ان للمادة مادة ضدها. أي معاكسة لها بالشحنة والخواص. وأنه يحدث بينهما امتصاص متبادل لحظة تلاقيهما، ويصاحب ذلك الامتصاص فناء لكليهما فمثلاً منذ سنوات قليلة تمكن العلماء من اكتشاف جسيم مضاد لجسيم البروتون المعروف بشحنته الموجبة. وأن للجسيم المضاد المكتشف نفس كتلة البروتون إلا أن شحنته سالبة. وكذلك الأمر بالنسبة للالكترون السالب فقد اكتشف جسيم له نفس الكتلة والشحنة لكنه موجب دعي بالبوزيترون. وأنه عند تصادم البروتون ومضاده يحدث امتصاص متبادل بينهما ويفني أحدهما الآخر، ونفس الشيء يحدث في حالة تصادم الكترون مع بوزيترون، وينتشر نتيجة لذلك طاقة كبيرة. وهذا يوصلنا إلى التأكد من وجود مجرات ضد مادية في الكون. وعند حدوث تصادم لاحداها مع مجرة مادية ينشأ كواسار مشع للطاقة الراديوية. ويبين الشكل (٢٤) مخططا لمراحل تصادم مجرتين احداهما مادية والاخرى ضد مادية.

ج ـ التراكمية (الالتحام) Accretion :

ربما حدث سقوط لكميات ضخمة من المادة الموجودة خارج المجرات على المجرات ذاتها. وأن سبب سقوط تلك المادة بين المجرية هو خضوعها لجذب كتلي مجري قوي. ويحدث نتيجة لذلك تراكم وازدهار هائل في نواة المجرة. ومع استمرار تكاثف المواد الساقطة وتكدسها في نواة المجرة، ينشأ ضغط هائل وتداخل في بنية ذرات تلك المواد، مما يسبب انهيار ذراتها او اندماج بعض الالكترونات في نواة ذرتها. وهذا يؤدي لانفجار نواة المجرة.



شكل رقم (٢٤) مراحل تصادم مجرتين احداهما مادية والأخرى ضد مادية.

د ـ الثقوب السوداء Black Hole :

من المحتمل ان تكون الفرضية الواعدة لتفسير منشأ الكواسارات والمجرات

الـراديوية، هي فرضية الاندماج التجاذبي الكتلي مع ثقب أسود بالغ العظم في الكتلة. ويعتقد العديد من الفلكيين ان السبيل الوحيد لتوليد مثل تلك الطاقات الهائلة (طاقة انفجار بلايين الشموس)، هو الاندماج في مركز المجرة لجسم كتلته تعادل بلايين المرات كتلة شمسنا، أي بكلمة أخرى سقوط هذا الجسم داخل ثقب أسود. وأن الكواسارات ستنشأ خلال مرحلة الالتحام، قبل اختفاء الجسم بكامله داخـل الثقب الأسـود. إذ يتحول الجسم أثناء ولوجه شرنقة الثقب الاسود لنجم نتـروني عمـلاق مؤقت، ويكون لهذا النجم النتروني اتساعاً مقداره حوالي شهر ضوئي واحـد، وأثنـاء امتصـاص الثقب الأسـود يصـدر اشارات استغاثة وصراخ وعويل. وهي مكونة من ومضات ضوئية وأخرى راديوية وغيرها بشكل أشعة سينية، وربما دار الجسم ولف حول نفسه فيسلك بذلك سلوك النجوم النابضة Pulsar، وتنطلق منه الومضات الضوئية القوية. وتستمر كل منها عدة أسابيع أو أشهر قليلة. ولقد تم حساب قطر نجم نتروني مؤقت له كتلة تعادل مئة مليون كتلة شمسنا، فوجد أنه بحدود شهر ضوئي واحد وطبعاً هذا أكبر من حجم الكواسار.

وفي عام ١٩٧٨ اكتشف أن مركز المجرة الراديوية المضيئة (M87) يحتوي جسماً كتلياً ضخماً، تكافىء كتلته خمسة بلايين مرة كتلة شمسنا وأنه مشكل من نجوم ليست مثل النجوم العادية المألوفة لدينا. واستنتج فيما بعد أنه ربما كان ثقباً أسوداً.

من النـظريات السـابقـة نرى أن الفلكيين والفيزيائيين قد بذلوا الكثير من الجهد والفكر لتفسير سبب الانفجارات المجرية. ولانستطيع الاقرار بنجاحهم في ذلك، لأنه لاتوجد إلى الآن نظرية مرضية ترد على جميع الاسئلة والاستفسارات.

الفصل الرابع

«درب التبانة ، شكله وصفاته العامة»

تسمية درب التبانة :

من منا لم يشاهد درب التبانة في سمائنا، خاصة في الليالي الظلماء غير المقمرة ـ شكل (٢٥) ـ. وهل هذا الدرب الذي بات يعرف أيضاً باسم الطريق اللبني «Milky Way» إلا مجرة من المجرات التي تحتوي مثل غيرها على بلايين النجوم التي تفصل بينها مسافات شاسعة. وهل نجمنا سوى واحد من تلك النجوم التي قد تفـوق درجة إضاءتها اضاءة نجمنا «المعروف بالشمس»، والذي يدخل كوكبنا الأرضي ضمن نظامه.

ماهـو الأثر الذي يتركه وراءه بائع اللبن (الحليب) وهو يسير في طريق ما والحليب يتسـرب من الآنية المـلأى بالحليب والمحمولة إما على ظهره أو على ظهر دابته وذلك في ليلة ظلماء، فتلك القطرات اللبنية الحليبية البيضاء التي تناثرت وراءه، والتي تعطى لمعاناً متميزاً، أليس هذا الأثر والانطباع هو ذاته الذي نشعر به عند تحديقنا في السماء ليلاً، وهل هناك تفسيراً آخر غير هذا دعى الى تسميته ذلك الشريط الضوئي البراق ليلاً باسم الطريق اللبني، غير ذاك التفسير، طبعاً لايوجد.

أما سر تسمية مجرتنا باسم درب التبانة. . فهو ليس سراً إلا على أبناء المدن والمجتمعات الصناعية، لكنه أمر مألوف لدى ابناء الريف، ليس في ايامنا الحالية



شكل رقم (٢٥) درب التبانة هو العمود الفقري في ليل السماء

حيث باتت الأعمال الزراعية آلية في معظمها، وانما لايام مضت، لكنها ليست بالبعيدة، قد لاتعود الى أكثر من ١٠ ـ ٢٠ سنة مضت، حيث كان الفلاح يعتمد في زراعته المحصولية (قمح، شعير . . . الخ) على الطرق الزراعية الأولية، من اعتماده المحراث التقليدي في الزراعة، والعربات الخشبية في نقل محصوله من الحقـل الى البيدر، وكانت اعمال الدراس تتم باستخدام النورج أو مايعرف في بعض مناطق قطرنا بالحيلان، وكانت اعمال التذرية التي يقصد منها فصل الحب عن التبن تعتمد على استخدام المذراة.. وكان كل فلاح يخصص في بيته مكانا لتخـزين التبن الناتج من دراسة محصوله ليطعم حيواناته التي كانت تشكل ركنا اساسياً من اركان حياته، لا لأنه يستفيد من لحمها ولبنها فقط، وانما لأنه كان يعتمد على بعض منها (الحمير، والخيول. . وحتى الابقار) في أعماله الزراعية، ولذا كان يشعر بالواجب الكبير أمام تلك الحيوانات ليهيء وليدخر لها علفها مسبقا. وأين كان موقع البيدر؟ انه على اطراف القرية، وكان التبن ينقل من البيدر الى البيت في داخل القرية، بعد أن يعبأ إما في «شل»* فيما اذا كانت النساء تقوم بحمل التبن على ظهرها بعد تعبئته الشل بالتبن، أو يعبأ بالخيش*، فيما اذا كان يود القيام بنقله على ظهر الحيوانات، غير أن الطريقة الأولى (باستخدام الشل) هي التي كانت سائدة. وكان يطلق على حاملة شل التبن اسم التبانة، وفي العادة كما ذكرنا كان النساء هن الذين يحملن اشلال التبن على ظهورهن. . وفي طريقهن المسلوك، كان بعض التبن يتسـاقط متناثراً وراءهن على طول مسارهن، بحيث بات يعرف بشكل واضح الطريق الذي سلكته، والمغطى بقطع التبن المائلة في لونها نحو البياض، وذات التألق الملحوظ في الليالي المظلمة، وقد دعا هذا المنظر لابن الريف أن يجد من خلال نظره الدائب الى السماء شبيهاً له، هذا الشبيه هو ذاك الشريط النجمي السماوي الذي عرف بدرب التبانة، لكونه يماثل في مجراه، وفي تعرجه للذي يشاهده من على سطح الارض، الدرب الذي تسلكه التبانة.

---

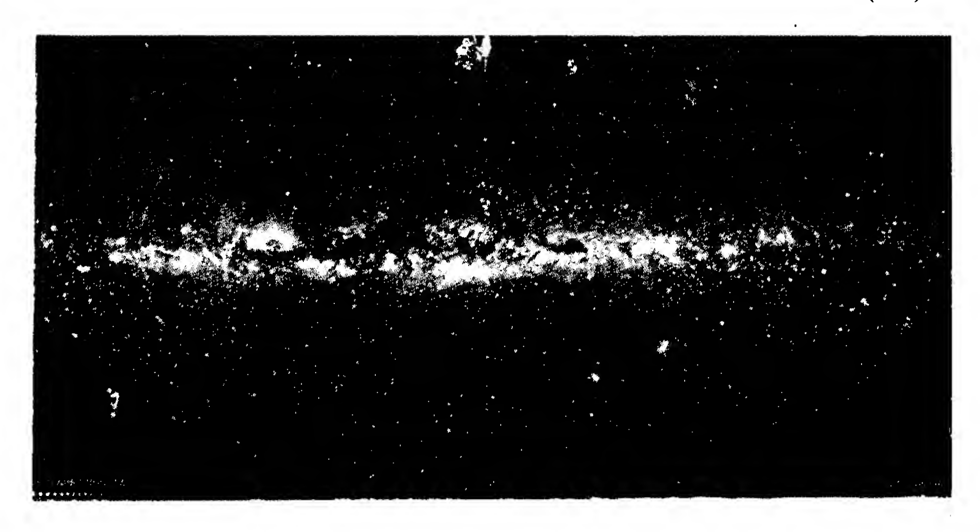
* الشل، عبارة عن كيسين من القنب يوصلا مع بعض، ويترك الناتج مفتوحاً نصفه.
* الخيشة، تشبه كيس القنب لكنها أكبر منه.

درب التبانة ذلك الشريط الضوئي في السماء :

ان درب التبانة هو أحد المشاهد التي نراها في سمائنا في الليالي المظلمة، الصحـوة، خارج مدننـا، ومنـاطق الاضاءة الصناعية الشديدة، حيث تأخذ هذه المجرة شكل شريط مضيء عبر سمائنا بأجمعها ممتدة من الافق الى الافق.

ويعد العالـم الايطالي الفلكي «غاليلو» أول من اكتشف في عام ١٦١٠، ان درب التبانة يتكون من عشرات الآلاف من النجوم الفردية المستقلة، ممكناً إياه تلسكوبه الذي كان ذي قطر بحدود ٢٫٥٤ سم والذي ساعده على اكتشاف الكثير من الاجرام السماوية.

واذا نظرنا اليها بتلسكوب ضوئي، فإننا نتعرف عليها، وندرك عندئذ أن درب التبـانـة، هو مزيج من اتحاد ضوئي لاعداد هائلة من النجوم، حيث تبدو اشعة (اضـواء) تلك النجـوم للناظر اليها من على سطح الارض متداخلة متمازجة مع بعضها، بحيث يصعب رؤيتها (أي رؤية النجوم) بوضوح بالعين المجردة ـ شكل (٢٦) ـ.



شكل رقم (٢٦) مجرة درب التبانة، وهي بشكل شريط ضوئي تتخلله حزم سوداء

وفي كثير من المـواضـع يحـدث تداخل بين أثر درب التبانة مع السدم. ويتوضع داخل تلك السدم أعداداً هائلة من النجوم، مشكلة بمجملها سدماً ذات خطوط وشقوق وفجوات، ومناطق عاتمة، (مظلمة)، وسلاسل متصلة. وباستخدام تلسكـوبـاً ذا طاقـة عالية على الرؤية، يرى في درب التبانة العديد من الصدوع السوداء التي تبدو أحياناً متوازية أو متشعبة مثل أغصان الاشجار.

ماذا قيل عنها:

منـذ أن وجـد الانسـان على سطح أرضنا، أخذ يجول ببصره متطلعاً الى السماء، ليرى فيها تلك الاعداد المتراصة تارة، والمتباعدة عن بعضها قليلاً تارة أخـرى، والمنتـظمـة جميعـاً ضمن إطار محدود المعالم. وليقف مندهشاً تارة، ومتسائلاً تارة أخرى عن هذا العالم السماوي، دون أن يستطيع الوقوف على حقيقة مايرى ليفسره، وليعرف حقيقته.

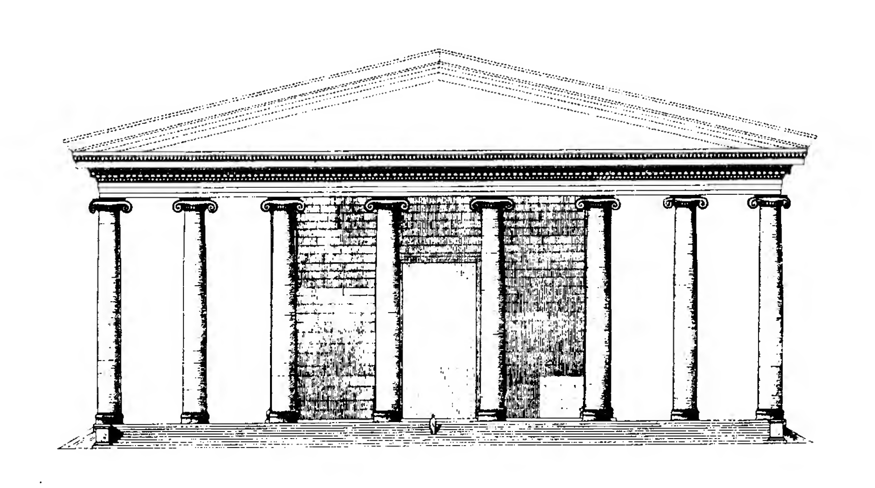
ومـازال التاريخ يسجل للاغريق فضل السبق والريادة العلمية في مختلف شؤون المعـرفـة، وخـاصة نظرتهم الى الكون، اذا تمكنوا من تفسير الكثير من الـظواهـر الكـونية تفسيرات كانت مقبـولـة في عصـرهم، ومازال بعضاً من تلك التفسيرات القـديمـة يشكـل دعـائم للكثير من التفسيرات الحـالية عن بعض المفاهيم. وقد تعددت التفسيرات، وكثرت التأويلات، والحكايات عن حقيقة تلك المنظومة النجمية الضخمة.

وقد تم تفسير درب التبانة من قبل الاغريق والرومان من خلال الاساطير التي كتبوها، حيث دعوها، بأنها طرق الآلهة التي تقوم الى مقام الآلهة ومقر سكناهم فوق جبل أو ليمبوس (جبل في بلاد اليونان حالياً) وبعضهم افترض أنها نبعت من حبـوب الـذرة التي أسقـطتها الآلهـة ايزيس عندما طارت وهربت من مطارديها وملاحقيها. كما أن آخرون اعتقدوا أن الطريق البني، هو آثـار المجري الأصلي، ومسح فيما بعد لآلهة الشمس اثناء سيرها السريع عبر السموات في عربتها.

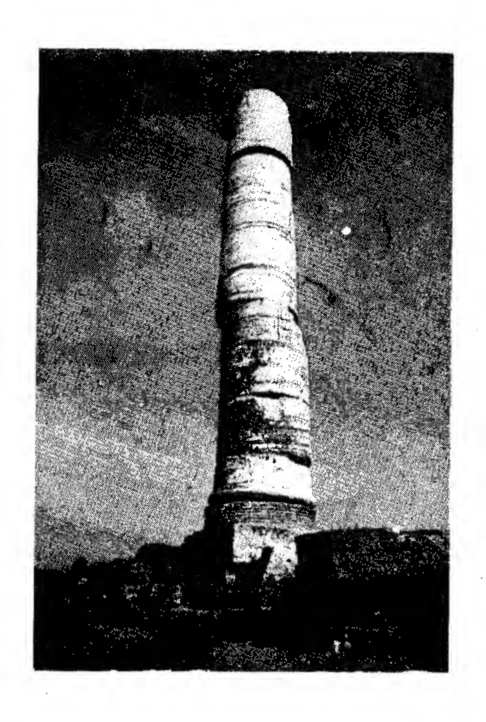
ومن التفسيرات الاغريقية القديمة التي تحكى قصة تسمية وتشكل الطريق

اللبني السماوي، هو ماقامت به الآلهة هيرا من قذف لحليب صدرها لينتشر عبر السماوات مشكلا مايسمى الى الآن بالطريق اللبني. حيث ماتزال حتى الآن آثار شاهدة على معبد تلك الالهة (هيرا) موجودة في جزيرة ساموس الاغريقية، ويعد أكبر معابد ذلك العصر، وأحد عجائب العالم القديم. ولقد كانت «هيرا» كاهنة عظيمة، وبدأت تأخذ دورها كآلهة السماء، وراعية للمعبد والعبادة فيه، لتلعب دوراً يشابه دور الآلهة آثينا في مدينة آثينا.

ولقد تزوجت هذه الآلهة من زيوس رئيس الآلهة الاولمبية، ليقضيا شهر عسلهما في ذلك المعبد الساموسي. والشكل (٢٧) يوضح اعادة لبناء معبد هيرا على الجزيرة الاغريقية (ساموس)، وكان طوله بحدود ١٢٠م، وقد بدأ في بناءه قبل الميلاد بـ ٥٣٠ سنة، واستمر تشييده حتى القرن الثالث قبل الميلاد كما أن الشكل (٢٧) يبين العمود الوحيد القائم والباقي من معبد هيرا فوق جزيرة ساموس.



شكل رقم (٢٧ ـ أ) اعادة بناء معبد هيرا في جزيرة ساموس الاغريقية. وكان من أكبر معابد ذلك العصر، بطول ١٢٠م.



شكل رقم (٢٧ ـ ب) العمود الوحيد القائم الباقي من معبد هيرا فوق جزيرة ساموس

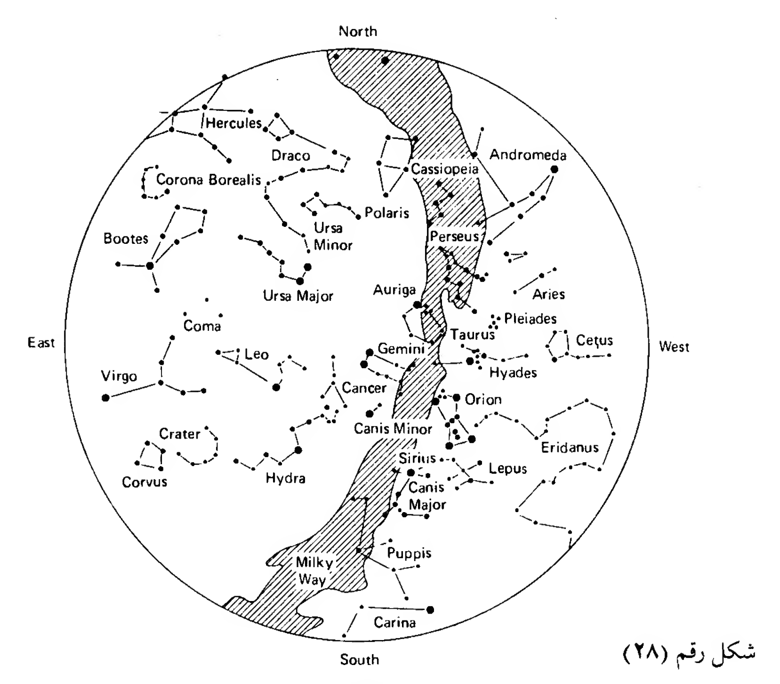
موقعها :

ترى مجرة درب التبانة ممتدة بشكل نصف دائرة من الشمال الى الجنوب . وتبدو آثارها غير منتظمة . وعرضها المتوسط حوالي ٢٠ درجة . وتتغير أثناءها بشكل كبير في الاتساع واللمعان من موضع الى آخر. ومجراها يقع في الابراج التالية ذات الكرسي (كاسوبيا Cassiopeia) ، حامل رأس الغول (بيرسوس Perseus) ، ممسك الاعنة (أوريغا Auriga) ، وذلك في سماء النصف الشمالي للكرة الارضية . ثم تمر بين قدمي برج الجوزاء (جيمني Gemine) واجراس برج الثور (Taurus) ، وعبر برج الجبار (Orion). وتماماً فوق الثريا العملاقة ، وعبر رقبة واكتاف وحيد القرن مونوسيرس (Monoceros) . وهنا ندخل النصف الجنوبي للكرة الأرضية ، حيث تمر

خلف الشعري اليمانية سيرس (Sirius) ، وعبر برج السفينة (Argo) والصليب الشمالي (S.Cross) داخل قنطورس (Centaurus) عندها تنشطر وتتباعد عن بعضها بشقوق وصدوع سوداء كانها فروع في مجرى النهر، حول جزيرة تقع فيه.

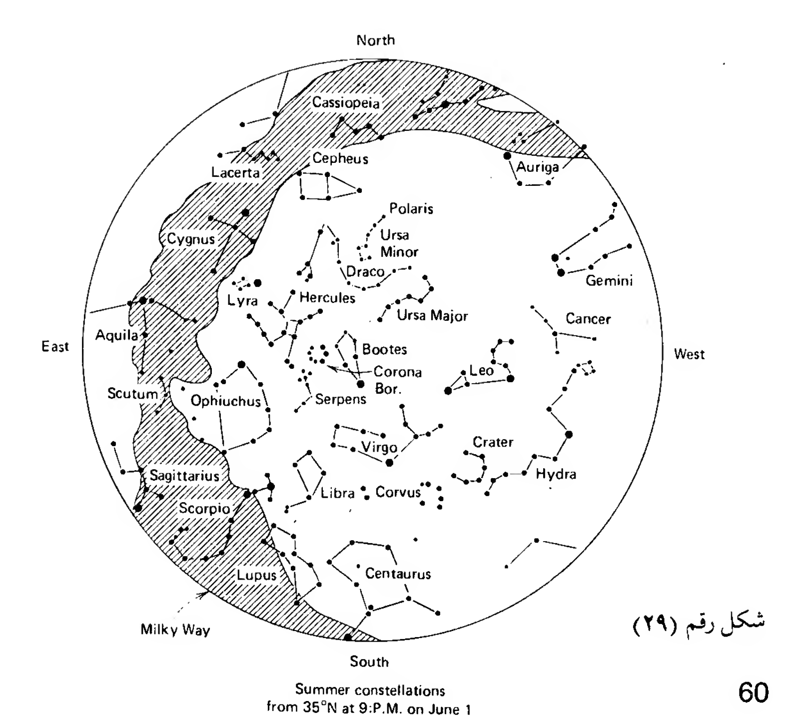
ويمتد المجرى المنقسم من درب التبانة حوالي ثلث طولها الكلي ، أي حوالي مئة وعشرون درجة في السماء، وبعدها تندمج تلك الفروع في النصف الشمالي للكرة الأرضية في برج الدجاجة (Cygnus).

يمر المجرى الأشد لمعاناً لدرب التبانة عبر ابراج النقاش (Norma) ، المجمرة أو المذبح (Ara) ، العقرب (Scorpie) ، والقوس أو الرامي (Sagaittarius) وعلى طول برج القوس في داخل انطونيوس Antinaus . وبعدها تدخل مرة ثانية في سماء النصف الشمالي للكرة الأرضية . وأخيراً تعبر برج العقاب (Aguila) ثم برج الدجاجة وتتحد مع الفروع التي تركتها عند قنطورس وبعدها يكون درب التبانة وحيداً ويعبر برجي العظاية (lacerta) ، رأس الملتهب (قيفاوس) الى ذات الكرسي (العرش) ـ انظر الاشكال ـ ٢٨ ـ ٢٩ ـ ٣٠ ـ ٣١ ـ.



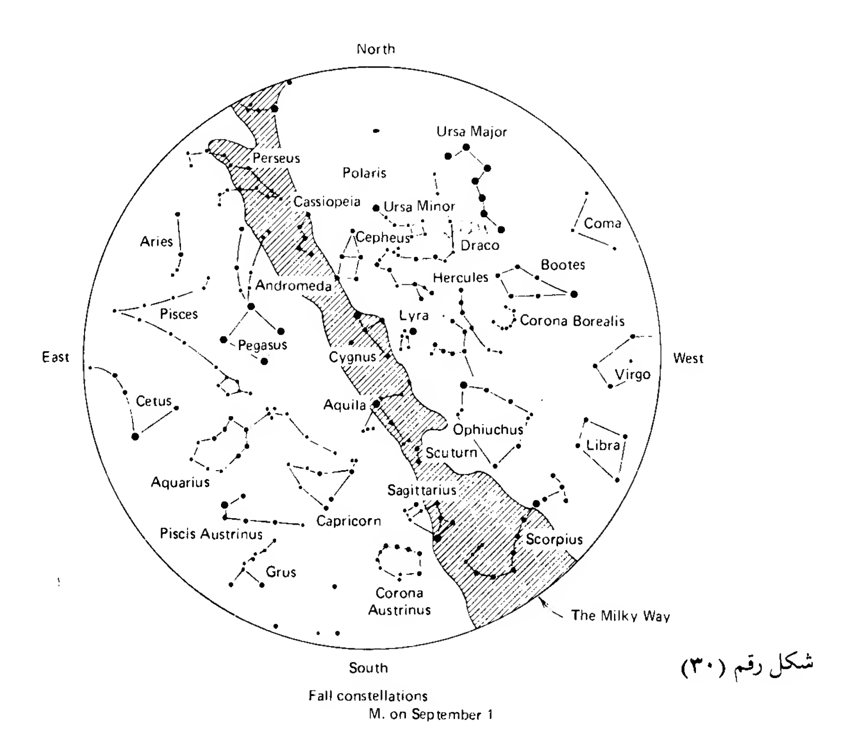
شکل رقم (۲۸)

Spring constellations
from 35°N at 9:P.M. on March 1



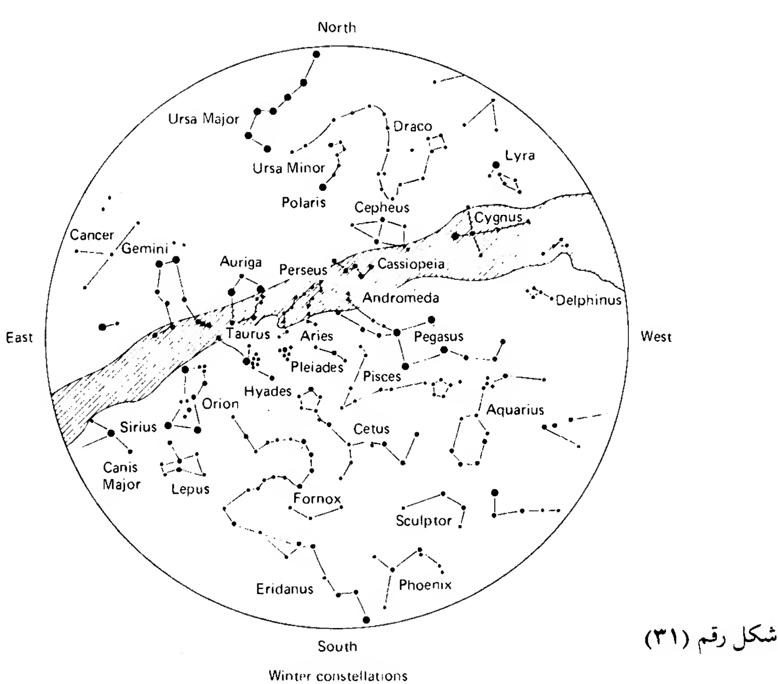
شکل رقم (۲۹)

Summer constellations
from 35°N at 9:P.M. on June 1



شكل رقم (٣٠)

Fall constellations
M. on September 1



شكل رقم (٣١)

Winter constellations
from 35 N at 9:P.M. on December 1

الفصل الخامس

«بنية ومكونات درب التبانة»

ان مجرتنا كسائر المجرات التي توجد في الكون، نشأت وتطورت من سدم شاسعة الامتداد، غير أن طريقة تطور بعض المجرات اختلفت عن الأخرى، بحيث بدت تلك المجرات باشكال واحجام متفاوتة، كما بدت نجومها بالوان متمايزة تعكس درجة التطور التي بلغتها تلك النجوم، والتي هي نتيجة لاختلاف أعمارها، حيث ان نشأة المجرات لاتعود الى فترة زمنية واحدة، بل الى فترات متتالية، وهذا يعني ان اعمار المجرات ليس واحداً.

كيف تشكلت مجرتنا:

اعتقد «هوبل» أن كل المجرات البدائية، بدأت من سحابة كروية ضخمة (فوق سحابي)، مكونة من ذرات الهيدروجين والهليوم المتحركة باستمرار. ولم يكن آنذاك نجوم ولا مجرات، ثم حدث تجاذب ثقلي بين الذرات في مواضع مختلفة، وتكاثفت، فنتج عن ذلك سحب متكاثفة متفرقة، ونشأت مايسمى بالمجرات الأولية، ولم تكن ذات نجوم بعد. واخذت كل مجرة بالتقلص، وتزداد بالتالي كثافتها، ويحدث فيها تجمعات غازية نتيجة التجاذب الثقلي. وتشكلت جيوب غازية بكثافات مرتفعة أكثر من باقي اجزاء المجرة الأولية، وتحولت تلك

الجيوب الغازية لنجوم أولية، التي عانت فيما بعد من تقلصات، فسخنت وارتفعت حرارتها، وبدأت فيها تفاعلات نووية، وتحولت الى نجوم. ومع تزايد عدد النجوم، تناقصت كمية الغاز بين النجمي، ورافق ذلك تفلطح، وتزايد في تسطح المجرات الأولية، متحولة الى شكال اهليلجية، ثم الى حلزونية عصوية، وهذا هو الحال في مجرتنا (درب التبانة). والشكل الأخير الذي تتحول له الحلزونية، هو مجرة غير منتظمة.

وتوجد نظرية أخرى، تعمل في الاتجاه المعاكس لاعتقاد «هوبل». اذ نفترض هذه النظرية، ان المجرات البدائية، لم يكن لها شكل منتظم، ثم بدأت تتشكل النجوم فيها، وحدث اندماج لبعض تلك المجرات البدائية، معطية مجرات حلزونية، أو حلزونية عصوية، ثم تم التوصل الى الاهليلجية، ثم لكرة (المجرة الكروية). إلا ان الدراسات بينت ان المجرات غير المنتظمة والحلزونية، تحتويان نجوماً قديمة جداً، يماثل قدم المجرات الاهليلجية، مما يدل على وجود المجرات غير المنتظمة والحلزونية في نفس زمن تواجد الاهليلجية، أي انها ليست متشكلة حديثاً، كما افترضت النظرية المعاكسة (هوبل). وبالاستنتاج تم التوصل الى انه ليس بالضرورة ان كل مجرة تحولت من شكل الى آخر خلال فترة حياتها، وان الانواع مختلفة عن بعضها تماماً، وليست هي مراحل تطور مجرية.

حجم مجرتنا:

ان قرب مجرتنا منا، يسهل رؤيتها، ولكنه يعقد فهمنا لها، إلا أنه يسمح باجراء قياسات عديدة فيها. ويحجب رؤيتها الغبار والغاز، مما يعيق عملية رسم خريطة دقيقة لها. غير انه امكن حساب ابعادها بطريقة الاحصاء النجمي، بحيث أحصت اعداد النجوم في اتجاهات مختلفة في السماء، وعينت ابعادها استناداً الى درجة بريقها (لمعانها). لكن هذه الطريقة ليست دقيقة لأن الغبار بين النجمي يمتص جزءاً من ضوء النجوم فتبدو أقل ضياء من حقيقتها.

لقد تم تميز الحجم الحقيقي لمجرتنا من قبل الفلكي «هارلو شابلي Shaply.H»

في عام ١٩١٧، وذلـك باستخـدام توزع العناقيد النجمية الكروية في الفضاء، وليس في المستوى المجري، والذي كان غير متناظراً. وكانت غالبية تلك العناقيد في اتجاه برجي القوس والعقرب، ثم قاس المسافات لكل من العناقيد الكروية بشكـل فردي، ثم فحص توزعهـا في الفضـاء، وقارن هذا التوزع بنموذج أعده فلكيون آخرون من أجل مجرتين.

وللتوصل لمسافات العناقيد الكروية، فقد استخدم «شابلي» متغيرات RR lyrae ـ وهي نوع من النجوم المتغيرة الاضاءة ذات أدوار أجزاء من اليوم، اذ تتراوح بين ٣ر. و ٩ر. يوم ـ وتحدث هذه المتغيرات (RR Lyrae) فقط في المناطق التي تحتوي على نجوم يبلغ عمرها بضعة بلايين السنين، ولهم جميعاً درجة الاضاءة نفسهـا، وبقـدر مطلق مقدار +٥ر. بغض النظر عن الدور. ووجد «شابلي» أنه بالامكان تعيين المسافات للعناقيد الكروية، بقياس اللمعان الظاهري للمتغيرات RRlyrae فيهـا. وقد وجد ان تلك المتغيرات أخفت بقدرين من ألمع نجوم في العناقيد، وهذا ماساعده في قياس المسافات للعناقيد الكروية التي لاتحتوي على متغيرات RRlyrae . ووجـد أن بعد شمسنا عن مركز المجرة بحدود عشرة آلاف بارسك. وان امتداد مجرتنا من طرف الى آخر هو ثلاثين الف بارسك*.

ونتيجة لتأثر قياسات «شابلي» بوجود طبقة الغبار على امتداد درب التبانة، خاصة وان معظم العناقيد الكروية تقع فوق أو أسفل هذه الطبقة الغبارية، فقد تم في السنوات الأخيرة اكتشاف فجوات في هذا المستوى الغباري النجمي. اذ وجد الفلكي «بود Boad » عدة فجوات مكنته من فحص العناقيد الكروية التي تبدو من خلالها، والقريبة من مركز مجرتنا. ووجد أن بعدنا عن مركز المجرة هو عشرة آلاف بارسك (مثل قياسات شابلي). وبما أن شمسنا تقع على بعد ثلثي المسافة عن طرف المجرة، فيكون قطر مجرتنا هو ثلاثين الف بارسك.

* البـارسـك: المسافة التي يبعدها النجم عن الراصد بحيث يكون اختلافه الظاهر ثانية قوسية واحدة. ويساوي ٣,٢٦ سنة ضوئية.

محتوى مجرتنا:

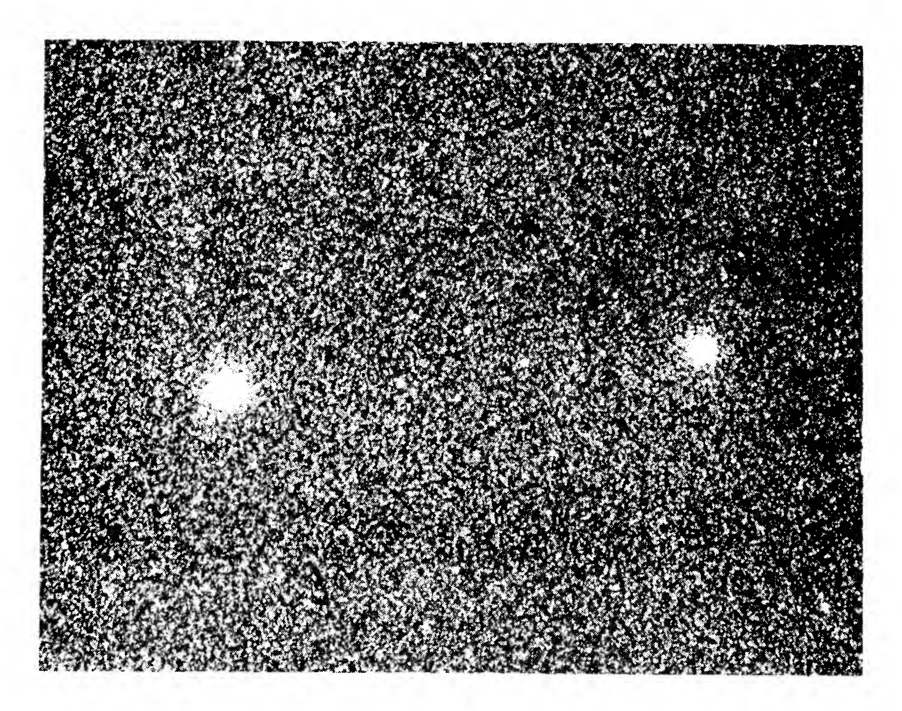
ا ـ المحتوى النجمي لمجرتنا:

ان ماهو معروف من اعداد نجمية في مجرتنا، لايمثل سوى ذاك الجزء المرئي فقط من مجرتنا الذي يرسل ضياءه نحونا والذي استطاعت التلسكوبات من تمييزه، لان هناك اعداداً هائلة من النجوم في المجرة التي يصعب حتى على المناظير التلسكوبية تحديدها.

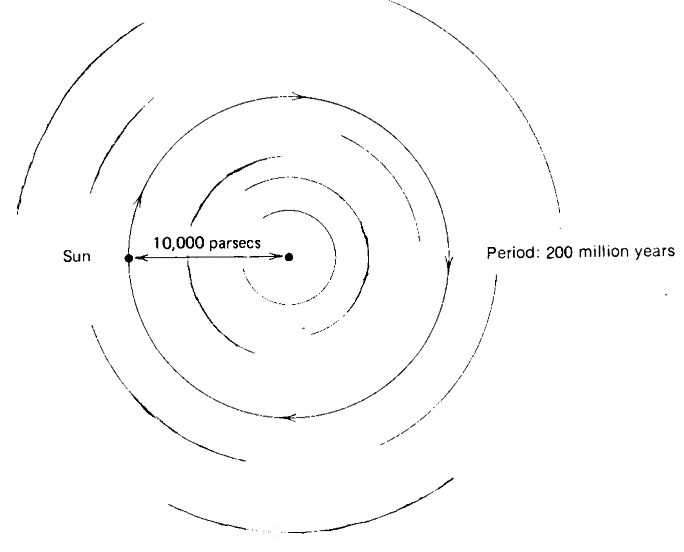
ان الاحصاءات التي قام بها الفلكيون لعدد نجوم مجرتنا، الخافتة الاضاءة منها ـ ذات الاقدار المنخفضة والتي ابعادها بحدود ١٠٠ بارسك ـ. والشديدة الاضاءة المعروفة بالنجوم العملاقة التي تبلغ ابعادها بحدود ١٠٠٠ ـ ٢٠٠٠ بارسك، أظهرت ان الغالبية العظمى من نجوم مجرتنا هي من النوع ذي الاضاءة المنخفضة. حيث تتفوق النجوم الأخفت إضاءة من الشمس في عددها على النجوم ذات الأضاءة الأكبر من الشمس.

وعلى الرغم من عدم امكانية التحديد الدقيق لاعاد النجوم الكلية لمجرتنا ـ كما اشرنا الى ذلك سابقاً ـ، إلا أن التقديرات التي تمت لذلك بناء على حساب حجم المجرة الذي هو بحدود ٧×١٠^١١ بارسك مكعب، اعطى عدداً اجمالياً للنجوم بمختلف انواعها في مدى يبلغ عشرين بارسك من الشمس بحدود ١٠٠٠نجم، وطالما أن حجم الكرة الفضائية ضمن مدى ٢٠ بارسك هو بحدود ٣×١٠^٤ بارسك مكعب ونسبة حجم الفضاء. لحجم مجرتنا هو ٢×١٠^٧بارسك مكعب. وبافتراضنا أن الشمس موجودة في منطقة نموذجية نسبياً من مجرتنا بعيداً عن مناطق الكثافة المعتبرة، فان اجمالي عدد النجوم في مجرتنا يقدر بحدود ٢×١٠^١٠ نجماً (٢٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) ـ شكل (٣٢).

والطريقة الأخرى والتي قد تكون أفضل لحساب عدد النجوم في مجرتنا تعتمد على مقارنة الكثافة المتوسطة للنجوم قرب الشمس الى تلك التي للمجرة كلها والشكل (٣٣) يبين أن الشمس تقع في الجزء من مجرتنا الذي يبعد بعداً



شكل رقم (٣٢) عنقودان كرويان بجوار مركز مجرتنا وهما : NGC 6522 و NGC 6528



شكل رقم (٣٣) موضع الشمس بالنسبة لمركز المجرة

شاسعاً عن مركز المجرة، وتكون هذه المسافة ذات نجوم متناثرة جداً مقارنة مع المركز المجري الذي يمثل الجزء الأشد لمعاناً.

وعلى ضوء احدى الحسابات التي تمت، وضعت عدداً اجماليا لنجوم مجرتنا بحدود ٢×١٠^١١ نجماً.

المحتوى غير النجمي لمجرتنا:

بالاضافة الى الاعداد الهائلة للنجوم وكواكبها في مجرتنا، تحتوي المجرة أيضا على كميات كبيرة (بهيئة بحور) من الغازات والأتربة بين النجمية، وبكثافة منخفضة جداً، وتشغل تلك المكونات بين النجمية الحيز الأكبر من حجم مجرتنا، والتي تبدو نجوم مجرتنا، وكأنها مفروشة في تلك السدم السحابية الغازية الغبارية.

ويغلب على المكونات بين النجمية ذرات وجزئيات الهيدروجين التي قد يعود تاريخ وجودها الى زمن مبكر جداً من الصدمة الكبرى.

ولقد كانت تلك الغازات والجزئيات بمثابة الخامة الاساسية لتشكل النجوم وغاز الهليوم والعناصر الأخرى في الجدول الدوري الكيميائي، والتي تشكلت في النجوم مثل عناصر الفحم، الآزوت،الأوكسجين، الكبريت، النيون، المغنزيوم، السيلكون، والحديد، وبعض العناصر النادرة مثل اليورانيوم، الذي كان له الفضل في انتاج التفاعلات النووية في مراكز النجوم. وعندما يحصل انفجار من نوع سوبرنوفا لتلك النجوم، فانها تقذف محتوياتها، معيدة إياها للفضاء بين النجمي، بحيث تعود للمساهمة في نشوء نجوم جديدة. . وهكذا.

ويلاحظ مما سبق أن كمية غاز الهيدروجين في حالة تناقص، مرافقاً إياه تزايد في كمية الجزئيات الأخرى، مثل الهليوم وغيره. وهكذا فان كمية الهيدروجين سوف تزول مالم توجد منابع أخرى تعوض الفاقد والمستهلك من هذه المادة الاساسية، وليس هناك من دليل على وجود مثل تلك المنابع الجديدة.

ومن الجزئيات التي تم اكتشافها في المادة بين النجمية، غاز النشادر (الامونيا NH3)، بجانب الكحول الايتلي (C2H6O) والذي هو من أكثر الجزيئات

المكتشفة تعقيداً، ويحتوي على تسع ذرات. والجزيئات التي أحدثت ضجة في علم الفيزياء الفلكية هو غاز اول أوكسيد الكربون (CO) والفور مالدهيد (H2co)، والجـذر الهيدروكسيلي (OH)، ولقد كان لجزيء (CO) أهمية خاصة في فحص ودراسة مجرة الطريق اللبني (درب التبانة).

إن اكتشـاف الجـزيئات العضوية، مثل الكحول الايتيلي في الفضاء بين النجمي له تأثير واضـح على نظريات أصـل الحياة في الكون. كما ان لجزيء سيانيد الهيدروجين أهمية خاصـة في ذلـك. وانـه لمن المعروف ان لمثل تلك الجزيئات دوراً هاماً في تكوين المادة الحية. ومن جهة نظر كيميائية، فهي تعتبر كقطع بناء للحموض الأمينية، وجزيئات بيولوجية أخرى، والتي هي أساس الحياة على الأرض.

ان اكتشاف تلك القطع البناءة للحياة في الفضاء بين النجمي، أثار سؤالا هاماً، فيما اذا كان تطور كيمياء الحياة حدث على الأرض كما يظن أكثر علماء البيولوجيا، أم في الفضاء الخارجي قبل أن توجد المنظومة الشمسية. ولربما كان تطور الحياة يجري في الفضاء خلال تاريخ الكون كله، ومازال يجري حتى الان. غير ان تلك التخمينات الممتعة والمثيرة للاهتمام ـ لسؤ الحظ ـ لم تتعد ذلك. إذ أن تطور الحياة بين النجمي غير ممكن بسبب درجة الحرارة المنخفضة والكثافة القليلة للجزيئات في الفضاء. وفي تلك الظروف فان التصادم بين الجزيئات الذي سيؤدي الى نشوء كيمياء الحياة هي حوادث نادرة وبالتالي فان التطور بطيء جداً لايكفي لانتاج عضويات حية، حتى ولو قيست بسلم زمني هو بليون سنة.

وبعض القياسات التي اجريت على الغبار والغازات في مجرتنا، انبثقت من دراسة السحب المادية التي امكن تمييزها كأجسام منفصلة متمايزة، متضمنة سدم إصدار وسدم انعكاس، وسدم مظلمة، غير ان كتلها جميعاً صغيرة بالنسبة للوسط بين النجمي المنتشرة بكثرة في المجرة. ولسديم اصدار نموذجي كتلة تكبر كتلة الشمس ببضع مئات أو الآف المرات، وان لسحب نموذجية غبارية كتلة تفوق كتلة الشمس بمئات المرات. ومن السدم الاصدارية يمكن الحصول على معلومات عن بعض العناصر الكيميائية الموجودة في المادة بين النجمية. وقد وجد بان للغازات

نفس وفرة المواد الكيميائية التي في الشمس مع تفوق عنصر الهيدروجين فيها. ويشكل الهليوم حوالي ١٠٪ من الذرات، وتساهم العناصر الاثقل بحدود ٣ ـ ٤٪ من الكتلة.

وما يهمنا الآن هو تحديد كمية تلك المواد بين النجمية وتوزعها. وتعد طريقة رصد الاشعة الراديوية المنبعثة عند الطول الموجي ٢١ سم هي الاساسية في قياس كمية غاز الهيدروجين المعتدل الكلية في مجرتنا. وقد أظهرت عمليات المسح لكامل المجرة بواسطة التلسكوبات الراديوية ان الكتلة الكلية لهذا الغاز (الهيدروجين) حوالي (٥×١٠)٩ مرة كتلة الشمس، أي أنه يشكل حوالي ١ ـ ٢٪ من كامل كتلة مجرتنا.

أما كمية الغبار في مجرتنا، فقد كان تحديدها أكثر سهولة في الاماكن البعيدة عنا، وبدقة أكبر في المناطق المجاورة لشمسنا، خاصة إذا اخذنا بعين الاعتبار أن إشعاعات الهيدروجين المعتدل تنفذ عبر الغبار من كافة ارجاء مجرتنا، دون أن تزول بالتخامد والتحجب بالغبار. وعلى الرغم من أن الغبار بحد ذاته يشكل حجاباً يمنعنا من رؤية وقياس السحب الغبارية الاكثر بعداً مما أدى إلى انعدام المعلومات عن مكونات ذاك الغبار في المناطق الابعد من ٣٠٠٠ ـ ٤٠٠٠ بارسك من الشمس، وذلك في مستوى المجرة. إلا أن التقديرات للجزء المحلي من مجرتنا أعطت قيماً لكمية الغبار بحدود غرام واحد من الغبار لكل ٢٠٠ غرام من غاز الهيدروجين. وعليه فإن كتلة الغبار الكلية في مجرتنا تكافيء ٢٥ مليون من كتلة الشمس.

الكتلة الكلية للمجرة:

ان طريقة رصد مدارات النجوم، هي احدى الطرق التي استخدمت لقياس مقدار وكمية المادة في مجرتنا. وتعتمد هذه الطريقة على التجاذب الثقلي بين جسمين، يدور أحدها حول الآخر في مدار محدد ومعين. ولاتخضع نجوم مجرتنا فقط لجذب داخلي ثقلي نحو مركزها، إذ توجد مواد كميتها مثيرة خارج مدارات

تلك النجـوم تؤثـر في حركاتها ـ ماعدا نجوم المناطق الخارجية من مجرتنا التي تخضع لقوانين كبلر ـ .

ويمكن استخلاص فكرة تقريبية عن كتلة مجرتنا من حقيقة ان شمسنا تدور تقريباً في مدار دائري حول مركز مجرتنا وبسرعة معلومة ويتم الحصول على تلك السرعة بقياس السرعات الظاهرية للاجسام الثابتة نسبياً في المجرات المجاورة*، في اجزاء مختلفة من السماء، ويبدو انهم يتحركون في اتجاه ما من السماء مبتعدين عن الشمس، بينمـا في الاتجـاه المعـاكس، يبـدو أن حركتهم تكون في اتجاه الشمس. وبهذه الطريقة وجد أن الشمس تدور بسرعة تقارب من ٢٥٠ كم/ثا، وبما ان بعد الشمس عن مركز المجرة معلوماً (١٠,٠٠٠ بارسك) فانه من الممكن تحديد دور الشمس حول مركز المجرة. ومن نصف قطر مدار الشمس، فان محيط دائرة مدار الشمس حول المركز هو ٦٠ الف بارسك. وبتحويل هذه السرعة (٢٥٠ كم/ثا) الى بارسك في السنة، نجد ان الشمس تقطع مايعادل بارسك واحد كل ٤٠٠٠ سنة. ولكي تغطي مدارها كاملاً الذي يبلغ طوله ٦٠,٠٠٠ بارسك، عليها أن تمضي في حركتها هذه حوالي ٢٤٠ مليون سنة، وهو مايعرف بدور الشمس في مدارها حول مركز المجرة.

وانه لمن الممكن حساب الكتلة التقريبية لمجرتنا بمقارنة مدار الشمس حول مركز المجرة مع مدار الارض حول الشمس. وفي أي حالة منهما، فان مجموع كتل الجسمين يعطى بواسطة العلاقة بين نصف القطر المداري ومدة الدور، وذلك وفق قانون «نيوتن» في التجاذب الثقالي، الموضح في العلاقة التالية:

$$m_1 + m_2 = \frac{r^3}{p^2}$$

* المجرات المجاورة، هي المجرات المجاورة لمجرتنا والقريبة منها، كما في مجرة المرأة المسلسلة، ويقدر عدد تلك المجرات بحدود ٢٢ مجرة، متوسط بعدها عن مجرتنا بحدود ٣ مليون سنة ضوئية.

$m_1 + m_2$ = كتل الجسمين ـ بالوحدات الشمسية ـ (الأرض والشمس ، أو الشمس والمجرة).
r = نصف القطر المداري ـ بالوحدات الفلكية ـ
p = الدور ـ بالسنوات ـ.

وهكذا فمن الممكن حساب كتلة مجرتنا (اضافة مع كتلة الشمس ، رغم انها مهملة لصغرها بالمقارنة مع كتلة المجرة).

ان نصف قطر مدار الشمس يعادل ١٠⁴ بارسك (البارسك = ٢×١٠⁵ وحدة فلكية). وبالتالي فان مدار الشمس ـ بواحدة المدار الأرضي ـ يعادل ٢×١٠⁹ وحدة فلكية. وهذا يعني ان الدور الشمسي بحدود ٢×١٠⁸ سنة.
وعليه تكون كتلة المجرة مساوية الى :

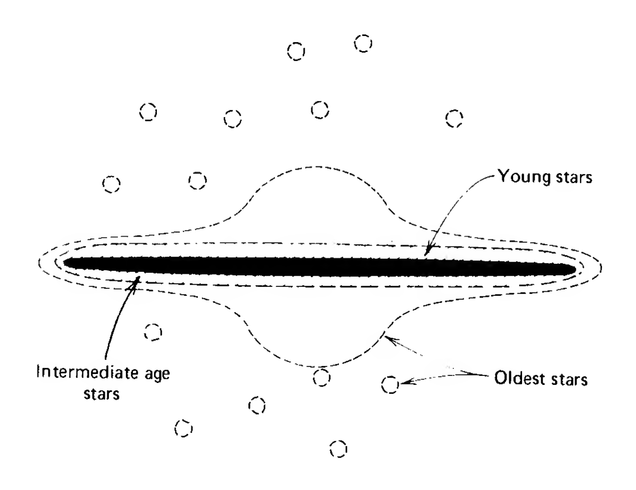
$$M_G = \frac{r^3}{p^2} = = \frac{(2 \times 10^9)^3}{(2 \times 10^8)^2} = 2 \times 10^{11}$$ كتل شمسية

وهـذا رقم تقـريبي للكتلة المجـرية، لان دوران الشمس يتـأثر بكثير من الاجسـام حولهـا. ومهمـا تكن القيمة فان المجرة بالغة العظم في كتلتها، وهي تحتوي ليس أقل من ١٠٠ بليون نجم، لها كتلة عدة مئات البلايين من كتلة شمسنا.

بنية درب التبانة :

ان مجرتنا حلزونية الشكل، بل هي نمطية في شكلها الحلزوني وبنيتها، ولقد وضعها «هوبل إما ضمن الصنف (Sb) أو ضمن الصنف (SC) من المجرات الحلزونية. لأنهـا تبـدو بشكـل مستو منبسط ، حيث تتمركز معظم نجومها، ومادتها

بين النجمية في مركزها الضخم ـ وهو مكون من نجوم قديمة ـ، وله هالة رقيقة من نجوم قديمة ايضا، وعناقيد كروية نجمية ـ شكل (٣٤) ـ .



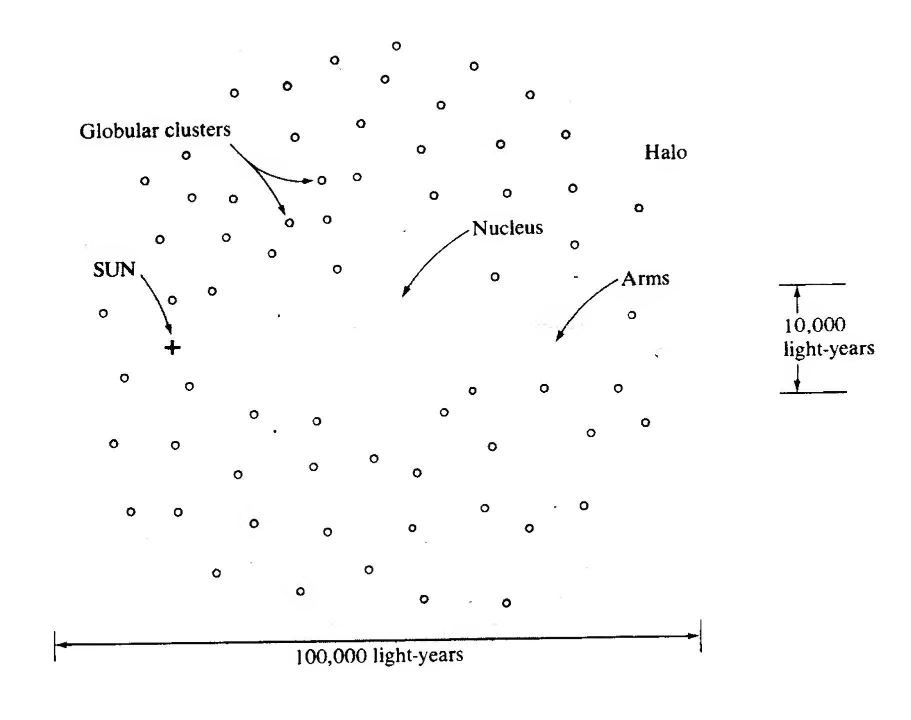
شكل رقم (٣٤) مخطط يبين المواضع والاعمار لأجزاء مجرتنا.

إن تلك الاعـداد الهـائلة من النجـوم التي تحتويها مجرتنا، وذاك الوسط بين النجمي الشـاسـع، ينتـظمون جميعاً وفق نسق معين في داخل مجرتنا واطرافها الاساسية والهامشية.

وكما أشرنا الى ذلك سابقاً، فان مجرتنا تضم حوالي ١٠٠ الف مليون نجماً منفصلاً، غير انها مترابطة مع بعضها بقوى تجاذب كتلي، ومنتظمة بشكل قرص مستو قطره يعادل ١٠٠ الف سنة ضوئية، وسماكته حوالي ١٠٫٠٠٠ سنة ضوئية. والمسافات الفاصلة بين النجوم مملوءة بتركيزات مختلفة من ذرات الهيدروجين، وجزئيات الغبار. وتتحرك العديد من نجوم القرص متنقلة بصورة منفصلة، والقليل من تلك النجوم مترابطة فيما بينها في مجموعة، وكل مجموعة من تلك المجموعات تحتوي على عدد كبير من النجوم يصل في بعضها الى أكثر من مليون نجم، وبعدد يقـارب من ١٠٠ مجمـوعـة نجمية ضخمـة، وتدعى تلك المجموعات النجمية

المتحركة ضمن سياق حركة المجرة بكاملها ـ متجولة أعلى وأسفل قرص المجرة ـ بالعناقيد النجمية، غير أنه لتجدر الاشارة، الى أنه توجد ضمن القرص المجري لدرب التبانة العديد من المجموعات النجمية المستقلة والثابتة نسبياً، بحيث تبدو وكأنها مجموعات غريبة عن قرص مجرتنا، وتعرف تلك المجموعات التي تحتوي كل منها على حوالي ١٠٠٠ نجم باسم العناقيد المجرية الداخلية (أو المتداخلة).

ويتمركز في منتصف القرص المجري تركيز كروي من النجوم، يدعى بالنواة المجرية (نواة درب التبانة) وتنفتح تلك النواة في مركز القرص المستوي. ويبلغ قطر النواة بحدود ١٠,٠٠٠ سنة ضوئية ـ شكل (٣٥) ـ.

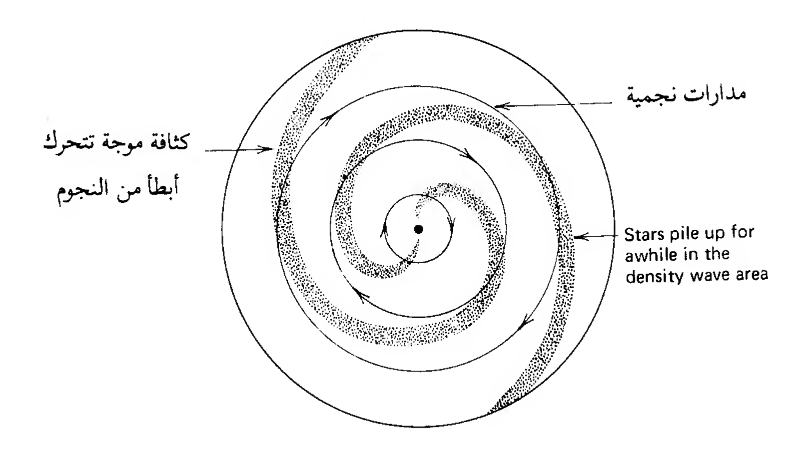


شكل رقم (٣٥) بنية مجرة درب التبانة

وتنحجب النواة عنا، بحيث لانستطيع رؤيتها بفعل سحب الغبار بين

النجمي، غير ان تلك الجزيئات الغبارية تثار باستمرار بفعل اشعاعات النجوم الحديثة المتوهجة المتوضعة ضمنها، بحيث تمنح تلك الجزيئات القدرة على تألقها - أي انها تستطيع أن تشع اشعاعات ذاتية -، وتدعى تلك السحب بسدم الاصدار، ومن الأمثلة عنها السديم الثلاثي الشقوق (تريفايد Trifid Nebula) الذي يتوضع على بعد ٢٣٠٠ سنة ضوئية في اتجاه برج القوس (ساجيتورس sagittarius) .

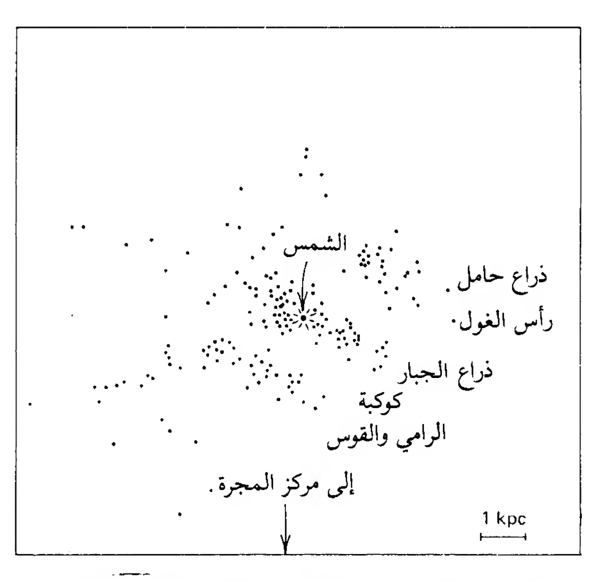
وتنبثق من مركزة المجرة اذرع حلزونية متعددة، يتضمن كل ذراع منها نجوماً متعددة تمثل النجوم الأكثر ضياء في مجرتنا، مع تزايد في نسبة الغاز والغبار في تلك الاذرع قياساً بالقرص المجري والنواة - شكل (٣٦) -. وتتوضع شمسنا في



شكل (٣٦) نموذج لموجة الكثافة في بنية الأذرع الحلزونية

احد تلك الاذرع على بعد قدره ٣٠٫٠٠٠ سنة ضوئية من مركز المجرة - شكل (٣٧) -.

ويدور الحلزون المجري (باذرعه كافة) حول محور يمر عبر المركز، ومتعامد مع مستوى القرص. وتدور المناطق الداخلية بمعدل زاوي أسرع مما هو عليه في



شكل رقم (٣٧) شكل الأذرع الحلزونية من وجهة نظر كثافات ضوئية بجوار الشمس.

المناطق الخارجية. وتتم الشمس دورة واحدة وحول النواة كل (٢٥٠) مليون سنة، ولقد دارت حولها حوالي ٢٠ مرة خلال ٤,٦ بليون سنة من عمر وجودها.

نخلص الى القول عن بنية مجرتنا في انها تتألف من ثلاثة اجزاء اساسية ـ انظر شكل (٣٥) ـ.

ا ـ النواة، التي تمثل مركز الكثافة النجمية لمجرتنا، والتي تحتوي على الجزء الاكبر من كتلتها.

ب ـ القرص المجري، الذي يبدو بشكل مسطح ـ أو مستو ـ محيط بالنواة.

جـ ـ الاذرع الحلزونية.

د ـ الهالة المغلفة للمجرة برمتها.

يبين الشكل (٣٨) مجرة اندروميدا (M31) وهي أبعد جسم في الكون المرئي لنا من سطح الأرض بالعين المجردة. كما أنها عضو في المجموعة المحلية للمجرات، وبعدها حولي ٢ر٣ مليون سنة ضوئية. وهي أكثر المجرات شبهاً بمجرتنا (درب التبانة).



شكل رقم (٣٨) مجرة اندروميدا وهي أقرب مجرة لمجرتنا
وكذلك الشبه قريب بينهما

الفصل السادس

المناطق المظلمة في درب التبانة

نظرة الى السمـاء في ليلة مظلمة نرى درب التبانة بتجمعاته النجمية الساطعة، والاوساط البينية ـ ذرات الغبار والغازات ـ التي تبدى لمعاناً معيناً. كما نرى مناطق منها تتصف بعتامتها، انها مناطق مظلمة ضمنها.

١ ـ المنطقة المظلمة الكبرى:

يوجد العديد من المناطق المظلمة في مجرتنا، والتي تبدو للمشاهد من على سطح الارض حتى بالعين المجردة، وتعرف تلك المناطق المظلمة التي تبدو وكأنها خالية من النجـوم باسم الكول ساك «Coal Sack» أو ما يمكننا من تسميتها بالعربية بأكياس الفحم*، وأكبر تلك المناطق وأكثرها شهرة وأشدها وضوحاً نجدها بالقرب من برج الصليب الجنـوبي Southern Cross، وبـالضبط في المنطقة التي تقع قبل منطقة انشطار الطريق اللبني الى فرعين في برج القنطورس الجنوبي. وتتوسع عندها، وتمتلىء بمجموعات من النجوم المضيئة (البراقة). وتعتبر هذه المنطقة من أهم مناطق الطريق اللبني على الاطلاق. وفي مركز تلك النجوم البراقة، وبجوار النجوم

* تعرف أيضاً بالمناطق المظلمة، أو المناطق العاتمة.

الأربعة للصليب الجنوبي يوجد الكهف الأسود الكبير في المنطقة العاتمة (كول ساك). وهي تبدو وكأنها مفتوحة على هوة ضخمة حيث لايوجد فيها نجوم ولا أية مادة أخرى فيه.

٢ ـ مناطق أخرى مظلمة:

لاتعتبر المنطقة الكبرى المظلمة هي الوحيدة في درب التبانة ـ بل توجد مناطق أخرى مظلمة مشابهة لها في درب التبانة، لكنها بشكل عام أقل وضوحاً، وتحديداً في معالمها، وأقل اثارة عند مشاهدتها. ولقد وصف الفلكي الامريكي «ادوارد برنارد» إحدها، معتبراً إياها كثقباً أسوداً ملوناً بالحبر الاسود في القسم المزدحم من الطريق اللبني، ولها عرض زاوي مقداره حوالي دقيقتان (القطر) وهي مثلثة الشكل تقريباً ولها نجم مضيء برتقالي اللون يقع على حدودها الشمالية الغربية، ويتبعها عنقود نجمي صغير وجميل جداً.

وكما أشرنا سابقاً، فان الشريط المزدان بالنجوم والذي يمتد عبر السموات، ماهو في الحقيقة إلا جزءاً من المجرة ـ وليس المجرة كلها ـ وتعتبر شمسنا احد نجوم تلك الشريط المجري. , وليست البقع المظلمة نوافذ في درب التبانة، وبالتالي فانه ليس بالامكان رؤية الفضاء الواقع خلفها.

حقيقة المناطق المظلمة (اكياس الفحم السماوية):

ان المناطق المظلمة ليست وهماً خداعاً للنظر، بل هي حقيقة موجودة ضمن البناء المجري لمجرتنا (درب التبانة) ولعدد آخر من المجرات الكونية. وفي وقت ما كانت المحاولة لتفسير الكول ساك بانها خدعة أو وهم ضوئي، وهذا الافتراض لم يبدو معقولاً. بينما نجد أن البعض الآخر من العلماء الحاليين اعتبرو ان تلك المناطق ما هي إلا سحب من الغبار الكوني ذات القوام السديمي، والتي اثيرت بعض ذرات أطرافها بحرارة النجوم الساخنة القريبة منها مما اعطى لاطرافها الجانبية

تألقاً واضحاً، في حين بقيت بقية اجزائها القريبة من المركز مظلمة. وهذا مايجعلنا نشبه تلك المناطق المظلمة، بالمناطق التي تبدو لنا مظلمة على سطح الشمس رغم حرارتها المرتفعة، والتي تعرف بالبقع الشمسية.

إذ أن تلك الاصقاع العاتمة من السماء لاترى إلا إذا كنا ننظر إليها وهي أمام أرضية لامعة كسديم مشع مثلاً. ففي صورة سديم مشع مثل سديم (الحية) ترى لطخات عديدة سوداء لايزيد قطر أي منها على سنة أو سنتين ضوئيتين. وفي تلك الكريات السوداء (اللطخات) تتكدس جسيمات الغبار لكثافة عالية لم نستطيع قياسها حتى الآن. بحيث تتكدس مئات عديدة من تلك الجسيمات في كل بوصة مكعبة منها. . ولتلك اللطخات السوداء دور حاسم في نظرية تطور النجوم.

تأثير الغيوم الكونية العاتمة على ضوء النجوم:

يعتبر الغبار الكوني الكثيف عقبة كأداء أمام الفلكي، لانه يحجب عنه المشهد، ويضعف قدرة إبصاره، وتلك الغيوم العاتمة موجودة في الأذرع اللولبية، مما يجعل الفلكي لايرى سوى الشمس في ذراعها الحلزوني. ومجال النظر في الاذرع الأخرى لايتجاوز مسافة ١٥ سنة ضوئية، وحتى أن نواة مجرتنا مختفية تماما خلف تلك المناطق المظلمة. كما يساهم غبار تلك المناطق المظلمة في امتصاص ضوء النجوم المار فيها، ويبعثر اللون الأزرق منه، ويبقى اللون الأحمر فقط، أي يصبح ضوء النجوم ذا لون أحمر بسبب مروره عبر تلك الغيوم، لأن اللون الأزرق تبعثر بواسطة اهتزاز الكترونات جسيمات الغبار فلا يتبقى سوى اللون الأحمر هو الغالب في طيف تلك النجوم.

ومثل تلك الظاهرة نراها في جونا في لحظات شروق الشمس وغروبها. إذ يتبعثر اللون الأزرق من ضوء الشمس بواسطة جسيمات الغبار الأرضية، وتبقى الالوان الحمراء البرتقالية وهي التي استطاعت شق طريقها عبر طبقات الغبار الواسعة، أما في وسط النهار فنرى الأمواج الزرقاء المبعثرة على تلك الجسيمات مباشرة فوق رؤوسنا. ولو أزيل ذلك الغلاف الجوي الأرضي الحاوي على تلك

الجسيمات المبعثرة لبدت السماء قاتمة . وكلما زادت كميتها زادت السماء زرقة .

وقد وجد أن الميل المكعب الواحد من جو الأرض يحتوي على الملايين من تلك الجسيمـات بالاضـافـة لفتـات الصخور ودخان المصانع وغبار الطلع والبلورات الثلجية وغيرها . ويلاحظ أنه من أجل الأبعاد الفلكية فإن لتلك الجسيمات تأثير أكبر بكثير من تأثيراً غلاف الجوي الأرضي على رحلة ضوء نجم ما .

ويمكننا حساب حجم تلك الجسيمات الغبارية الكونية في الفضاء من قياس كمية الأحمرار في ضوء النجم . إذ وجد أن قطر الجسيم هو جزء من ثلاثين ألف جزء من البوصة ، كما أنه يعين لنا عددها في حجم معين ، ووجد أن كل ميل واحد من الفضاء يحتوي مئة جسيم من الغبار الكوني ، وتزداد أهميته بازدياد البعد .

الفصل السابع

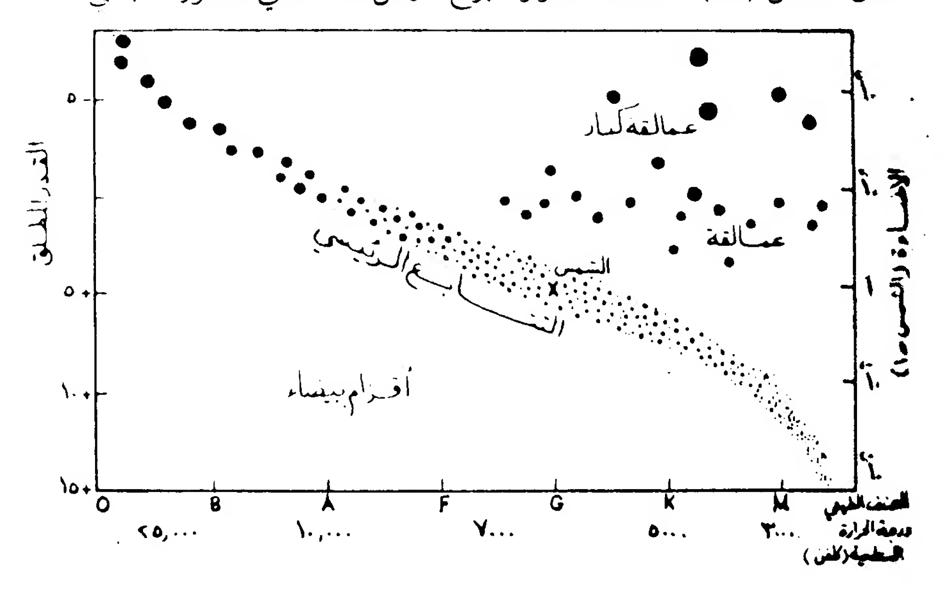
«التجمعات والمجموعات النجمية في مجرتنا»

العناقيد النجمية :

بالرغم من أن العديد من نجوم مجرتنا أو نجوم أي مجرة أخرى تتحرك منفردة وبحرية تامة بين جيرانها. إلا أنه يوجد الكثير من النجوم المترابطة مع غيرها بصورة مجموعة نجمية تدعى بالعنقود. وعلى هذا توجد الملايين من تلك العناقيد النجمية. ويتراوح عدد نجوم العنقود الواحد من خمسة الى ستة نجوم، يصل العدد في بعضها لبضع الملايين من النجوم، ويبين الشكل السابق (٣٢) عناقيد نجمية متجاذبة، وهي متجمعة حول نواة المجرة بحيث تحجبها وتخفيها عن الأعين والعديد من النجوم الظاهرة موجودة في الهالة الكروية التي تغلف مجرتنا الحلزونية. ويرمز لهذين العنقودين الكرويين بالرمزين NGC 6528' NGC 6522.

ويتحرك العنقود كاملاً ضمن المجرة. وتدور نجومه حول مركزه مثل حشرم النحل الذي يدور حول الملكة. ولقد ولدت نجوم كل عنقود من التكاثف في الجزيئات المادية ضمن سحابة ضخمة من التراب والغاز، وربما حدث ذلك التكاثف خلال فترة زمنية صغيرة جداً. ولايعني ذلك أن جميع نجوم العنقود ظهرت معاً لحظة واحدة، بل كان هناك فاصل زمني بين أول نجم ظهر وآخر نجم، قد يصل لبضع ملايين من السنين. ومع ذلك يمكن اعتبار فترة مليون سنة فترة زمنية

قصيرة بالمقارنة مع متوسط زمن حياة النجم، وبالتالي مع زمن حياة الكون. وهكذا يمكن اعتبار أن جميع نجوم العنقود الواحد قد ولدت في لحظة واحدة. ولهذا كان للعناقيد النجمية قيمة عظيمة في أن لنجومها ميلاد مشترك. فاذا اخترنا عينة عشوائية لا على التعين من النجـوم في السماء، ورسمنا لها مخطط (H - R) * فإننا نحصل على صورة مضطربة وغير واضحة المعالم لحياة كل نجم فيها. والسبب في ذلك هو أن تلك العينة تحتوي نجوماً لها أعمار مختلفة، مما يقدم الدليل إلى أن مجرتنا تحتوي عناقيد نجمية لها ميلاد يمتد زمنياً من فترة بداية نشأة مجرتنا حتى عصرنا الحالي. وبمقارنة مخططاتH -R لعناقيد مجرتنا لمختلف الاعمار والمخططات H -R المحسوبة من نظرية التطور النجمي، فاننا نتوصل إلى دليل على صحة هذه النظرية كما نتوصل لوسيلة دقيقة في تعيين عمر المجرة وعمر بعضاً من نجومها. ويبين الشكل (٣٩) مخططات هيرتز سبرنغ ـ رسل (H -R) في التطور النجمي.

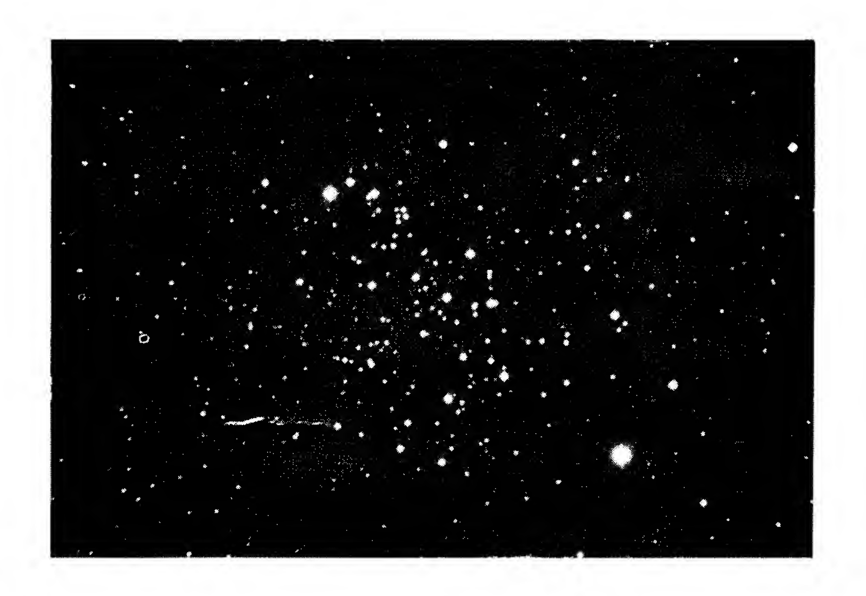


شكل رقم (٣٩) مخطط هيرتز سبرنغ ـ رسل (H - R) للتطور النجمي.

* مخطط H - R هو منحني تغيرات اضاءة النجوم معبراً عنها بالقدر المطلق بدلالة درجة الحرارة السطحية للنجم.

العناقيد المجرية ومخطط H - R لها :

تنتشـر آلاف العناقيد النجمية عبر القرص المجري. وفي بعض الحالات تحتوي كل من هذه العناقيد من خمسة إلى ستة نجوم. وبما أن توضعهم لامتغير ضمن القرص المجري فإن تلك العناقيد النجمية تعرف باسم العناقيد المجرية أو بالعناقيد المفتوحة. ومثال عليها تلك المبين صورتها في الشكل (٤٠)، ولقد تم التقاط تلك الصورة من تلسكوب جبل بالومار ذي قطر ٥٠٨ سنتيمتر. ويرمز لهذا العنقود بالرمز (M67) وهو متوضع في برج السرطان، وعلى بعد مقداره ٢٥٠٠ سنة ضوئية عن كوكبنا الأرضي.

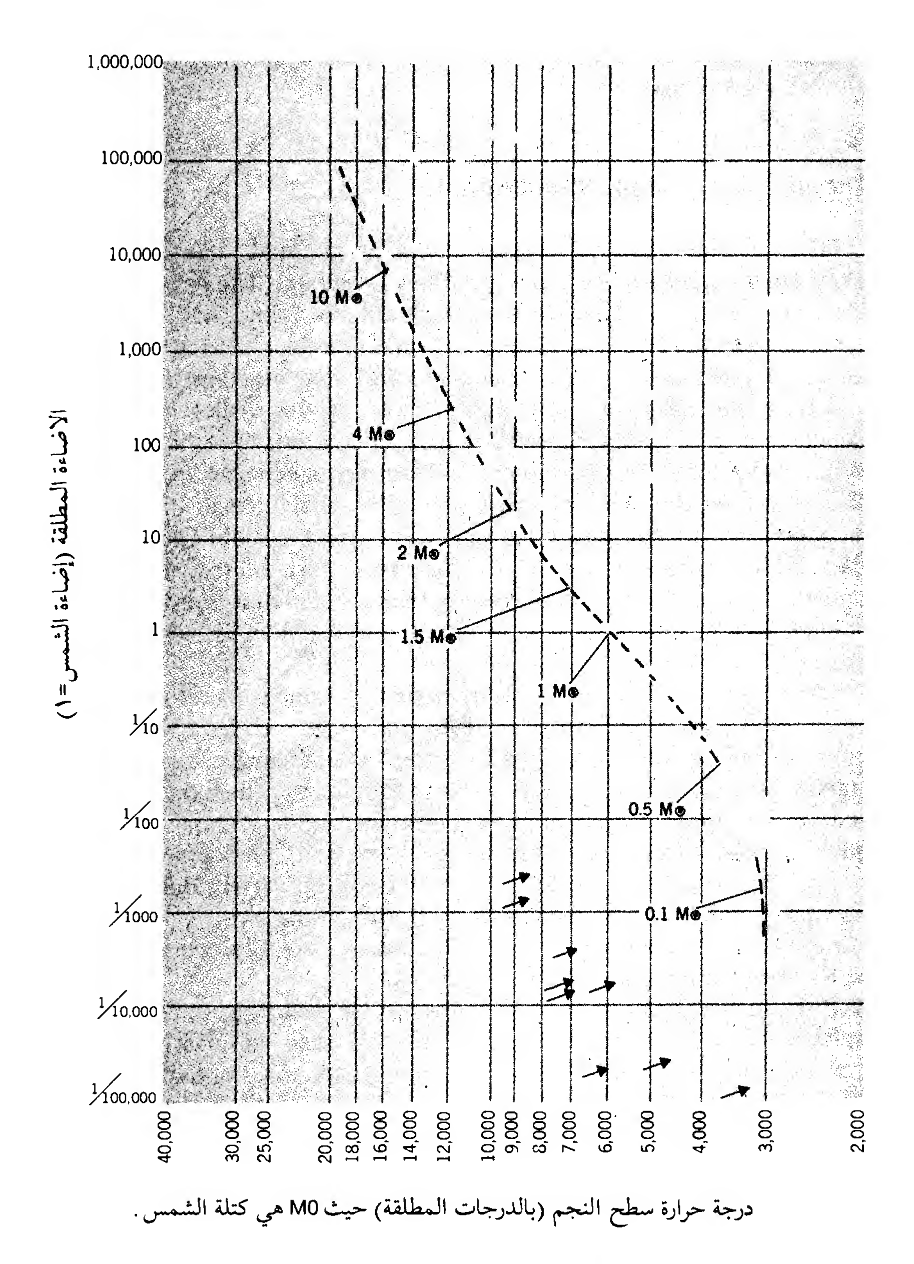


شكل رقم (٤٠) صورة للعنقود المجري M67

ومن ناحية أخرى فإنه بالامكان التوصل لمعلومات ذات قيمة عظيمة برسم

مخطط H - R لنجوم عنقود مجري وحيد، وبالتالي نقيس عمره بدقة مدهشة من ذلك المخطط. كما يمكننا ذلك المخطط من تمييز عنقود مجري حديث عن آخر قديم. فمن المعلوم أن النجـوم مرتبة فيه على طول خط التتابع الرئيسي وطبقاً لكتلها. وتتجمع النجوم الاكثر كتلية (الزرقاء واللامعة جداً) في الطرف الاعلى للتتابع، أما النجـوم الأقـل كتلية (الحمـراء الخافتة الاضاءة)، فإنها تقع في الطرف السفلي والأخفض من هذا التتابع، ويبين الشكل (٤١) مخططاً لكتل نجوم التتابع الرئيسي وعلاقتها باضاءة ودرجة حرارة سطح النجم. إن مفتاح تعيين العمر للعنقود المجري يقع ضمن حقيقة أن النجوم ذات الكتل الكبيرة في العنقود لها أزمنة حياة قصيرة. فمثلاً نجم كتلته تساوي عشر مرات كتلة الشمس أي (10Mo) فإنه يعيش في التتابع الـرئيسي لمدة عشر ملايين سنة، وذلك قبل أن يحترق وقوده بأكمله ويستهلك. وطبعاً هذا يعادل جزء من الألف من حياة شمسنا. وذلك يعني أن النجوم الموجودة في الطرف الأعلى من التتابع الرئيسي لايمكن أن يزيد عمرها عن عشرة مليون سنة. وطبعاً مثل هذا العنقود، يعتبر عنقوداً حديث جداً، وأنه قد تشكل حديثاً بالمقارنة مع عمر مجرتنا البالغ ١٤ بليون سنة.

لنـوسـع هذه الفكرة لأبعد من ذلك، ولنفترض أن مخطط H -R لعنقود ما لاتـظهر فيه نجوم زرقاء لامعة تماماً، بل يتضمن هذا المخطط عدداً من النجوم المتوسطة الاضاءة لها لون أبيض مزرق. فبالرغم من وقوعها في الطرف الأعلى من التتـابـع الرئيسي إلا أنها لاتقع في قمته. ومثال على ذلك، لنفترض أن لبعض النجوم اللامعة اضاءة أكبر بمئة مرة من إضاءة الشمس، وأن لها درجة حرارة حوالي عشرة آلاف درجة مطلقة، فبالعودة للمخطط H -R المبين في الشكل (٣٧). فإننا نستنتج أن لكل من تلك النجوم كتلة تساوي ثلاثة أمثال كتلة شمسنا. ومثل هذا النجم (ذي الكتل الثلاثة الشمسية) يعيش حوالي ٣٠٠ مليون سنة. فاذا كان عمر ذلك العنقود أكبر من ٣٠٠ مليون سنة وبشكل معتبر، فإن المخطط H - R لايحتوي مثل تلك النجوم. أما إذا عاش العنقود لفترة زمنية تقل قليلاً عن ٣٠٠ مليون سنة، فإن النجوم الأشد ضياءاً وزرقة مازالت موجودة على المخطط H - R ، ولكن في



درجة حرارة سطح النجم (بالدرجات المطلقة) حيث M0 هي كتلة الشمس.

شكل رقم (٤١) مخطط كتل نجوم التتابع الرئيسي وعلاقتها باضاءة النجم ودرجة حرارة سطحه. ويشير المخطط الى أن النجوم كبيرة الكتلة تكون أشد اضاءة ودرجة حرارة.

الواقع لايشاهد ذلك، مما يدل على أن عمر العنقود لايمكن أن يزيد على ٣٠٠ مليون سنة.

بالطبع إن هذا التعليل لايصلح إذا لم يحتو العنقود نجوماً كتلتها أكبر بثلاثة مرات من كتلة شمسنا. إلا أنه حدث ممكن تحققه في العنقود ذي الخمسة أو ستة نجوم. وعلى كل حال فمن أجل عنقود ضخم يحتوي على مايقارب من مئة نجم، وأن كل مجال الكتل النجمية موجودة فيه، يمكن تمثيلها في مخطط H - R ومعرفة عمر ذلك العنقود المجري.

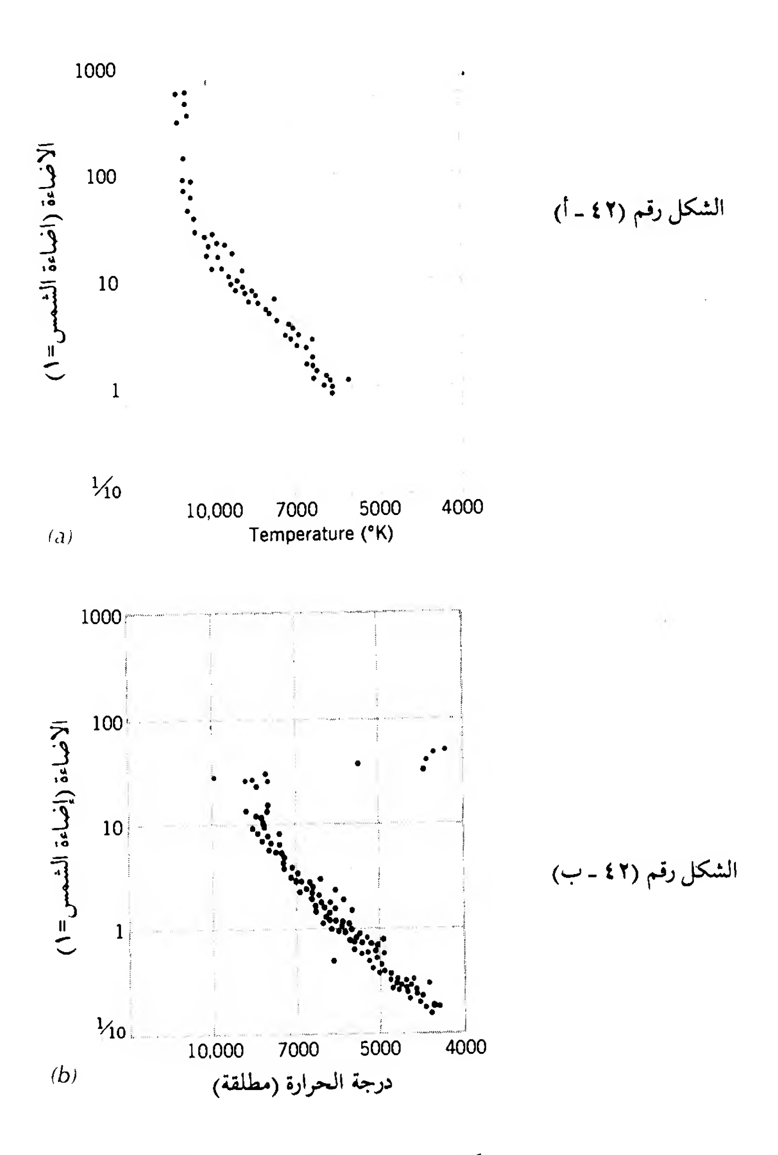
ثلاثة أمثلة:

يعتبر عنقـود الثريا (بيليادس Pleiades) مثالاً جيداً على العناقيد الحديثة النشأة، وهو عنقود مألوف تماماً ويحتوي ستة نجوم مرئية بسهولة بالعين المجردة. ويبعد ذلك العنقود عنا مسافة ٤٠٠ سنة ضوئية.

وأوضحت الدراسات التلسكوبية له أن يحتوي أكثر من ١٠٠نجم. ويبين الشكل (٤٢ ـ أ) مخـططاً (H - R) لأكثـر النجوم المشاهدة في هذا العنقود، كما يلاحظ في أعلى هذا المخطط النجوم الستة الأكثر ضياءاً وزرقة، وهي ذاتها المرئية بالعين المجردة. وبمقارنتها مع الشكل (٤١) نستنتج ان لتلك النجوم الستة الأشد ضياءاً كتلاً تكافىء ستة مرات كتلة الشمس. ومن المعلوم أن نجماً له مثل تلك الكتلة لايعمر طويلاً إذ يعيش أكثر من ٦٠ مليون سنة ـ وهذا يوصلنا إلى حقيقة أن عمر عنقود الثريا حوالي ٦٠ مليون سنة فقط.

والمثال الآخر هو عنقود النثرة (برايسيب Praesepe) المتوضع في اتجاه برج السرطان وعلى بعد مقداره ٥٠٠ سنة ضوئية عنا. ويحتوي هذا العنقود أيضاً حوالي مئة نجم مضيء تماماً. فإذا اعتبرنا مخطط H - R لهذا العنقود، والمبين في الشكل (٤٢ ـ ب)، فلا نشاهد عليه النجوم المضيئة والساخنة التي ميزت العنقود اليافع السابق الثريا (بيليادیس).

إلا أن هذا العنقود يحتوي نجوماً أشد ضياءاً ولمعاناً، تصل إضاءة بعضها



شكل رقم (٤٢) مخططات H - R للعناقيد المجرية

آ ـ البيلياديس Pleiadles (الثريا)

ب ـ برايسيب Praesepe (النثرة)

سبعين مرة ضياء شمسنا، كما أن لها كتلاً تكافىء ثلاث مرات كتلة شمسنا. ونتوصل من ذلك إلى أن تلك النجوم وبالتالي ذلك العنقود سوف يعيش ٣٠٠ مليون سنة.

وآخر مثال هو العنقود (M67) المتوضع في برج السرطان، وبعده حوالي ٢٥٠٠ سنة ضوئية عنا. ولهذا العنقود ثمانين نجماً مضيئاً تماماً، ونظرة سريعة لمخططه H - R المبين في الشكل (٤٢ ـ جـ) نستنتج فيه ان العنقود (M67) هو أكثر عمراً وقدماً من العنقودين السابقين البيلياديس والبريسيب، لأن جميع النجوم ذات الاضاءة الزرقاء في هذا العنقود لاوجود لها، بينما مازالت النجوم الأشد ضياءاً موجودة فيه وبغزارة. وأنها قد دخلت مجال العمالقة الحمراء وتركت التتابع الرئيسي. وعند مقارنة مواضع النجوم في العنقود والمحسوبة نظرياً بمواضعها المشاهدة على المخطط H - R فإنه يلاحظ وجود أفضل توافق وتطابق بينهما. وهذا يوصلنا إلى أن عمر ذلك العنقود هو بحدود ١٤بليون سنة، مما يشير إلى أن هذا العنقود (M67) قد نشأ عندما كانت المجرة ذاتها يافعة نسبياً.

العناقيد الكروية:

ليست العناقيد المجرية الداخلية التي تحتوي أعداداً كثيرة من النجوم هي الأضخم في البناء المجري، لكن العناقيد الأضخم هي تلك التي تحتوي حتى مليون نجم، وهي تعرف باسم العناقيد الكروية والتي توجد خارج مستوى القرص المجري، وهي متوزعة في المنطقة الفراغية المحيطة به، وتعرف تلك المنطقة باسم الهالة المجرية. ويبين الشكل السابق رقم (٣٤) الأجزاء المختلفة للمجرة وأعمارها النسبية.

تحتوي مجرتنا درب التبانة أكثر من مئة عنقود كروي، مبعثرة عشوائياً عبر حجم كروي من الهالة. ومع أن وجود تلك العناقيد يقع خارج القرص المجري إلا أنها عناصر بناءة في جسم المجرة. وهي ترتبط فيما بينها ومع المجرة بقوى تجاذب كتلي. ويبين الشكل (٤٣) صورة فوتوغرافية للعنقود الكروي (M3).

1000

100

الاضاءة (إضاءة الشمس = ١)

10

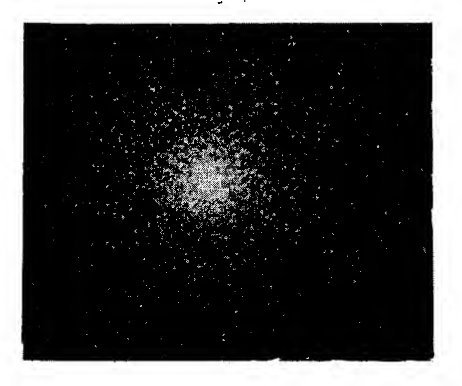
1

⅒

10,000 7000 5000 4000

درجة الحرارة (مطلقة)

شكل رقم (٤٢ ـ جـ) وهو مخطط H - R للعنقود M67 ، بالاضافة للعنقودين (الثريا، النثرة). والمخطط هو لتغيرات الاضاءة مع درجات الحرارة لتلك النجوم في العناقيد المذكورة.



شكل رقم (٤٣) صورة فوتوغرافية للعنقود الكروي M3

أعمار العناقيد الكروية :

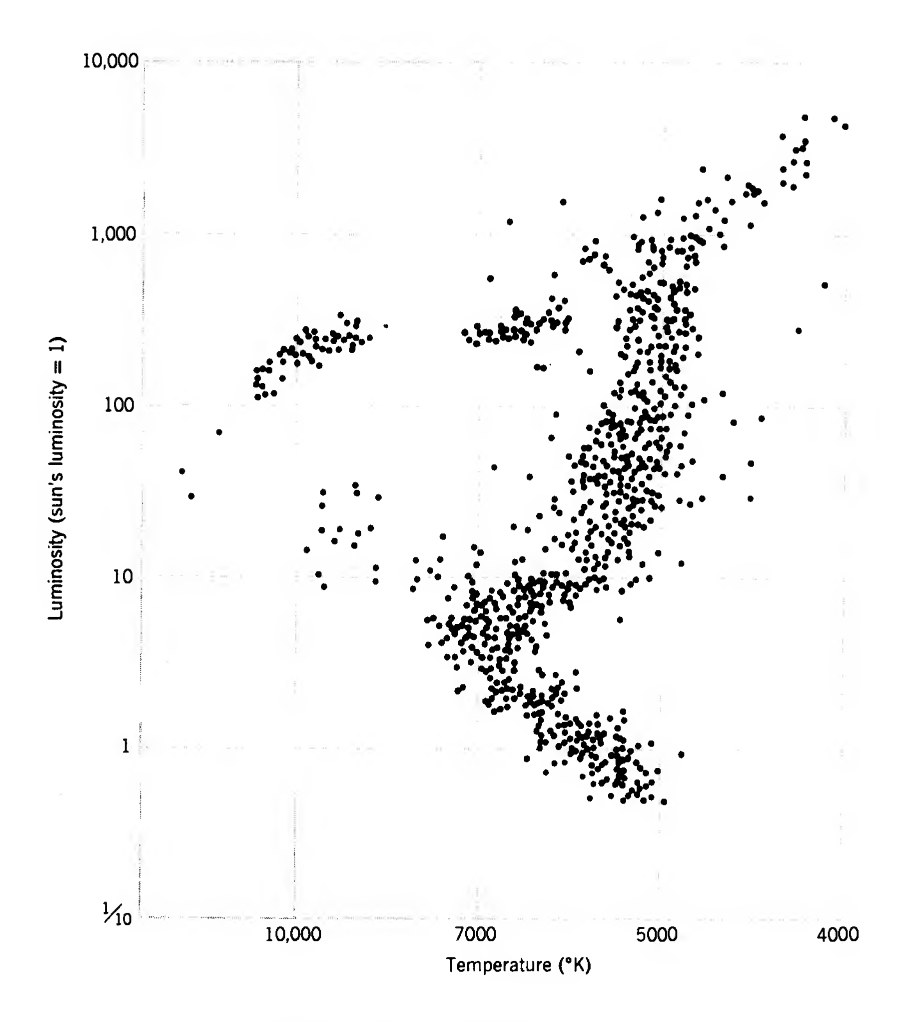
يعتقد أن العناقيد الكروية قديمة النشأة، وقدمها مثل قدم المجرة ذاتها، والسبب في ذلك الاعتقاد هو أنها متوضعة خارج القرص المجري، آخذين بعين الاعتبار التاريخ القديم للمجرة ونشأتها. إذ نشأت تلك العناقيد من تكاثف سحابة كروية ضخمة من المادة والغاز وذلك في نفس الزمن الذي بدأت فيه المجرة بالنشوء والتقلص. وتم ذلك في البليون سنة الأولى من نشأة المجرة. وذلك حين أكملت المجرة تقلصها وأصبح لها الشكل الحالي الذي تتخذه اليوم. حيث تتركز معظم مادتها في قرص مسطح جداً، والباقي منها موزع بشكل عناقيد نجمية كروية خارج القرص حيث ولدوا. ومنذ تلك الفترة وحتى الآن لم يتغير شكل المجرة في مظهرها بشكل معتبر.

إن هذه الطريقة في التفسير قادت الفلكيين للاستنتاج التالي وهو أن العناقيد الكروية ليست قديمة فقط، بل كانت النجوم الأولى في تشكيل المجرة. وهذه حقيقة شبه مؤكدة. لذلك فإن أعمار العناقيد النجمية يقدم مفتاح الحل للغز عمر المجرة.

مخططات H - R للعناقيد النجمية :

الهدف من النظر في مخططات H - R للعناقيد النجمية هو التوصل لمعلومات تتعلق بأعمارها. والسؤال المطروح الآن هو كيف ستبدو مخططات H - R تلك؟ فإذا كانت العناقيد حقيقة هي قديمة جداً فتقريباً كل نجومها تقع خارج خط التتابع الرئيسي، وأن تلك النجوم قد انسلخت منه. وبالنظر لمخطط (H - R) للعنقود M3 النموذجي، وهو عنقود كروي في مجرتنا، فإننا نلاحظ تلك الوضعية ذاتها. ويبين الشكل (٤٤) تلك الحالة، حيث تركت كل نجوم (M3) الجزء الأعلى من التتابع الرئيسي وتبعثرت ضمن المخطط في مراحل مختلفة ومتنوعة من التطورات المتوسطة والمتقدمة.

ويلاحظ في المخطط اختفاء بعض النجوم، وذلك إثر كارثة انفجار من نوع



شكل رقم (٤٤) مخطط H - R للعنقود الكروي m3.

سوبر نوفا. ولكن الاستثناءات الوحيدة هي النجوم الصغيرة جداً في الجزء السفلي من التتـابع الرئيسي، والتي زمن حياتها يتراوح حتى تريليون سنة. وتلك النجوم سوف تلوذ في المستقبل الآتي إلى أسفل التتابع الرئيسي، وسوف يتابع أحفادنا وسلالتنا ذلك التطور خلال ملايين السنين القادمة طالما هم موجودين في هذه المجرة.

الجمهرة النجمية Stellar Population :

عندما رسم هيرتز سبرنغ ورسل الصياغات الأولى لمخططاتهم المشهورة حالياً، لابد وأنهم استعملوا ودرسوا نجوماً قريبة من الشمس نسبياً وذلك بسبب السهولة الكبيرة في الحصول على المسافات الدقيقة لتلك النجوم. وكانت تبدو مخططاتهم تلك من قريب أو من بعيد مثل المخطط المبين في الشكل (٣٩) حيث تتوضع العديد من النجوم على التتابع الرئيسي، وقليل من النجوم تقع في منطقتي العمالقة الحمراء والاقزام البيضاء. لكن مخطط (H - R) للعنقود الكروي(M_3)الذي ناقشناه سابقاً يقدم مظهراً مختلفاً تماماً. إذ أن هذا المخطط يضم كل أنواع النجوم، وهي متوضعة في النصف الأعلى من التتابع الرئيسي وفوق موقع الشمس. كما يضم هذا المخطط مساراً منحنياً مزدحماً بالنجوم ينطلق من منتصف التتابع متجهاً نحو الأعلى ماراً بمنطقة العمالقة الحمراء. بالاضافة لذلك فهو يضمن مساراً أفقياً غنياً جداً بالنجوم ماراً أيضاً بمنطقة العمالقة الحمراء ليصل المنطقة العليا من التتابع الرئيسي. ويمثل هذا المظهر نموذجاً من الجمهرة النجمية مختلف تماماً عن الشمس ومثيلاتها، ويكون للعناقيد القديمة جداً والنجوم المنعزلة ضمن الهالة وكذلك نجوم نواة المجرة نفس مخطط العناقيد الكروية مثل مخطط (M3).

فاذا رسمنا مخططاً للارتفاع بدلالة الوزن لكل جمهرة تلك النجوم، فنحصل على نوعين متميزين من الجمهرة النجمية ولقد سمى الفلكيون النجوم التي لها مخططاً (H - R) يشبه ذلك الذي للشمس وجيرانها بالجمهرة النجمية (I) وللنجوم التي لها مخططاً (H - R) يشبه ذلك الذي للعناقيد الكروية ونجوم الهالة والنواة بالجمهرة النجمية (II).

وقد لوحظ وجود اختلافات أخرى بين هذين النوعين من الجمهرتين، مثل الفروق في التركيب الكيميائي والعمر. فالجمهرة النجمية (I) تحوي كميات ملموسة من المعادن والعناصر الثقيلة ونجومها حديثة نسبياً، بينما الجمهرة النجمية (II) ، تحوي قليلاً من المعادن والعناصر الثقيلة، نجومها قديمة، ويعود تاريخها لبداية المجرة، وبالتالي لبداية الكون. وتمثل الجمهرة النجمية (II) الجيل الأول

من النجـوم بينما جمهرة (I) هي مزيج من الأجيال المتأخرة الحديثة من النجوم، واختلافاً أخر يجب ذكره وهو أن العناقيد الكروية خالية من الغاز والغبار، وهذا على عكس النجوم المتوضعة ضمن المستوى المجري التي غالباً ماتكون مغموسة في مواد غازية ذات تركيزات عالية. والأختلاف الأخير بينهما هو أن الجمهرة النجمية (II) نادراً ماتحتوي عمالقة زرقاء على عكس الجمهرة النجمية (I) الغنية جداً بها.

الفصل الثامن

ماذا قدمت الدراسات الفلكية
عن بنية مجرتنا وتركيبها

هل يتصور الناظر الى مجرتنا من على سطح الأرض، بأنها بالصورة والشكل الذي أوضحناه سابقاً، ذلك أنها لاتبدو لأعيننا إلا بهيئة شريط ضوئي متسع ممتد من أفق إلى أفق عبر سمائنا،غير أن مجرتنا ليست بهذه الهيئة البسيطة، وليست بمثل تلك التراكيب الظاهرية للعيان، انها اعقد من ذلك بكثير ليس في كونها كتلة من كوننا المتحركة ذاتياً، ضمن النظام الكوني، ولكن لكونها عبارة عن نظام في هيكل هذا الكون تبدو صغيرة في حجمها، وصغيرة في كتلتها، ولكنها واحدة من العديد من أمثالها المنتظمة في هذا الكون، التي تبدو باشكال مختلفة حسب طريقة نظرنا إليه، ولكن لايخدعنا الشكل الذي نحصل عليه من النظر إليها، لكونها ذات بنية واضحة محددة، كشفت عنها الدراسات الاشعاعية الفلكية من جهة والتلسكوبات القوية من جهة أخرى.

الخريطة الراديوية لمجرتنا:

لكل مجرة حلزونية أذرع متعددة، وتكون تلك الأذرع منحنية الشكل وتدور مع المجرة وحول قرصها. ومن المعلوم ان تعيين عدد تلك الاذرع أمر سهل جداً، إذ يكفي التقاط صورة فوتوغرافية لتلك المجرة بواسطة تلسكوب قوي واستخدام

زمن تعريض كافٍ لتسجيل سائر أجزاء المجرة، واختيار زاوية تصوير مناسبة بالنسبة للمجرة كي يمكن تمييز أذرعها بعضها عن بعض. غير أن هذا الأمر ليس بالسهولة التي ذكرناها بالنسبة لمجرتنا. وأنه يختلف تماماً عما نتوقعه. إذ أن معظم نجوم مجرتنا محجوبة بسحب ترابية وغازية وبكثافات وتركيزات عالية جداً. وأن موقعنا في النظام الشمسي داخل المجرة يزيد الأمر تعقيداً. بحيث بات رسم خريطة لمجرتنا من موقعنا هذا يشبه رسم خريطة طريق في مدينة من سطح مبنى مرتفع في ليلة ضبابية.

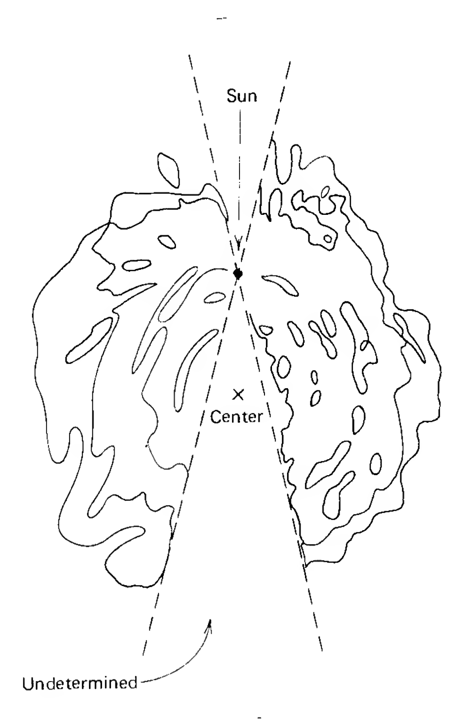
والسؤال الآن كيف أمكننا معرفة وجود أذرع حلزونية لمجرتنا؟ وماهو عددها؟. وأتى الجواب الأكثر كمالا من أرصاد علم الفلك الراديوي. فمن المعلوم أن الأمواج الراديوية (على عكس الأمواج الضوئية المرئية) غير قابلة للامتصاص من قبل السحب الترابية بين النجمية، لهذا السبب فهي تصلح في الاتصالات الأرضية، وفي كل الأحوال الجوية والمناخات المتعددة لجو الأرض. فإذا لم يكن باستطاعتها عبور جسيمات السحب فإن البث الراديوي سوف يُحجب في كل يوم غائم، وهذا لم يشاهد عملياً في أية ظروف مناخية. وتعبر هذه الأمواج الفضاء الخارجي بسهولة تامة دون أن تعاني من أية تداخلات تذكر، مما يجعلها تحمل الكثير من المعلومات عن تركيب المجرة الحلزوني.

ليست النجوم هي منابع تلك الأمواج الراديوية، فالشمس مثلاً تبث جزءاً من مليون من طاقتها بشكل أمواج راديوية. لكن الامواج الراديوية المجرية تنتج أساساً من الوسط بين النجمي. فلو فرضنا أن أعيننا حساسة لتلك الأمواج لبدت كل المجرة مشعة بضياء ناعم، وهذا الضياء صادر عن غاز الهيدروجين بين النجمي في المجرة. فإذا رسمنا مخططا لشدة تلك الأمواج الراديوية المتوهجة في كل الاتجاهات حولنا، لحصلنا عندئذ على صورة لتوزع غاز الهيدروجين في كل أنحاء مجرتنا.

ولقد أجرى علماء الفلك ذلك باستخدامهم هوائيات (انتينات) ضخمة جداً، وتشير النتائج إلا أن غاز الهيدروجين في مجرتنا متركز في أقنية وممرات متميزة ومنفصلة عن بعضها بفراغات واسعة تحتوي غاز هيدروجين بكثافة أقل،ويبين

الشكل (٤٥) خريطة راديوية لمجرتنا توصل لها مرصد لايدن (Leiden Observat-ary) وذلك برصده الخط الموجي ٢١ سم الصادر عن ذرات غاز الهيدروجين.

وتفترض الصورة التي توصل لها العلماء في مرصد لايدن، على أن لمجرتنا أذرع حلزونية متعـــددة، هذا بالـرغم من أن تلك الصـورة ليست واضحـة مثـل المجرات الحلزونية البعيدة والمصورة بالضوء المرئي.



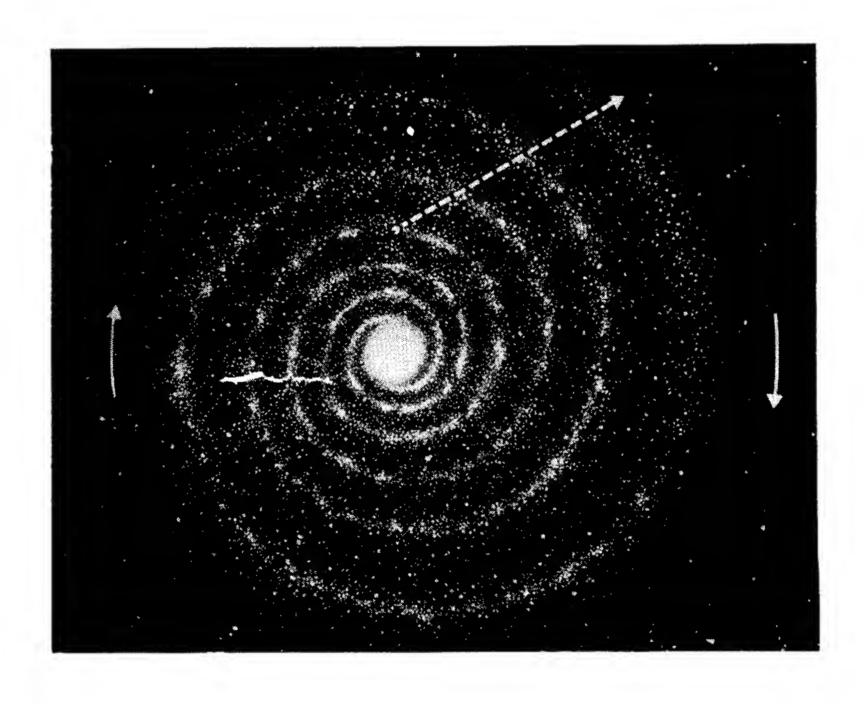
شكل رقم (٤٥) خريطة راديوية لمجرة درب التبانة انتجها مرصد لايدن من أرصاده للخط الموجي ٢١سم الصادر عن ذرات الهيدروجين.

الخط الموجي ٢١سم:

بالاضافة لاشعاع ذرات الهيدروجين طاقة عند طول موجي مميز في المجال

المرئي من الطيف، فإنها تشع أيضاً طاقة مميزة عند أطوال موجية أخرى غير مرئية في المجال الراديوي. والخط الهيدروجيني الأشد قوة في المجال الراديوي هو الطول المـوجي ١٠٦١ر٢١سم. ونتيجـة لذلـك فإن أذرع المجـرة التي يتركز فيها غاز الهيدروجين تشع اشعاعات قوية متوهجة عند الخط الموجي ٢١سم. ولو كانت اعيننا تتحسسه لشاهدنا المجرة كلها متألقة مضيئة، وكذلك سائر المجرات.

تصل الامواج الراديوية لسطح كوكبنا من الاتجاهات التي تقع فيها الأذرع الحلزونية وهذه الحقيقة تزيد من صعوبة رسم مخطط المجرة بالراديو فإذا رجعنا للشكـل (٤٦) وتخيلنا أن عالم الفلك الراديوي قد وجه تلسكوبه الراديوي على امتداد الخط المنقط، فهو سيتلقى بالتالي إشعاعاً من غاز الهيدروجين المتوضع في الذراعين الحلزونيين فقط، وهما يقعان على خط رؤيته وفق هذا الاتجاه.



شكل رقم (٤٦) رسم تخطيطي للمجرة ومبين قيمة اتجاه الرصد الراديوي لاشارة الخط ٢١ سم.

والسؤال الآن هو: كيف يمكنه فصل إشارتي هذين الذراعين عن بعضهما البعض، ومهمته تلك ستكون سهلة بسبب دوران المجرة الذي يواكبه دوران نسبي للأذرع بالمقارنة مع النظام الشمسي. وينشأ عن تلك الحركة النسبية انحراف دوبلر في الخط الموجي (٢١)سم والصادر عن كل ذراع، فإذا كان الذراع يتحرك نحونا أو أن شمسنا هي التي تتحرك نحو هذا الذراع فإن الخط (٢١سم) والصادر عن ذلك الذراع سوف ينحرف نحو الأطوال الموجية القصيرة ويشاهد الراصد انحرافاً أزرقاً.

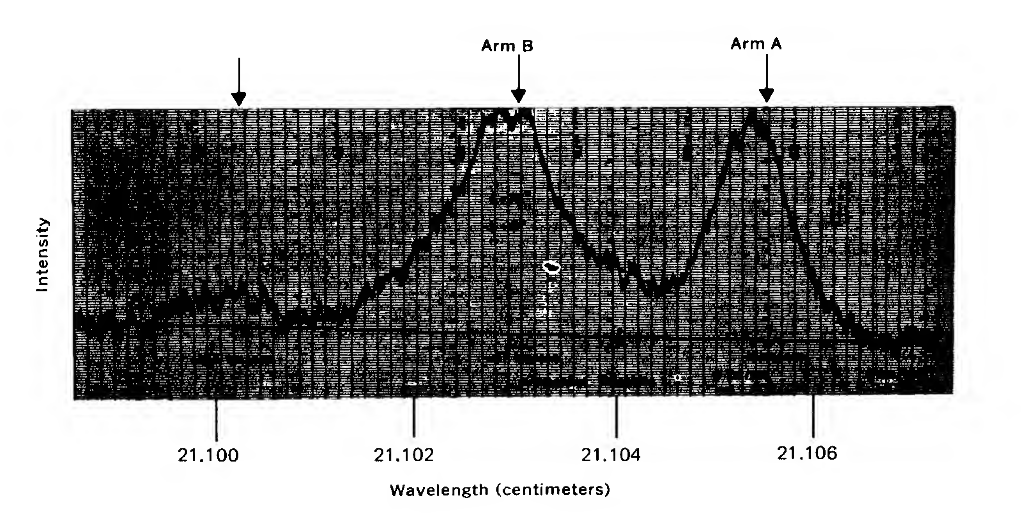
أما إذا كانت الحركة النسبية بعيداً عن شمسنا فالانحراف سيكون باتجاه الأطوال الموجية الطويلة، وسيبدي الخط انحرافاً نحو اللون الأحمر.

إن كمية الحركة النسبية وبالتالي كمية انحراف دوبلر ستكون مختلفة من أجل كل ذراع أي أن الفلكي سوف يستقبل من الذراعين الواقعين على نفس خط رؤيته إشعاعين لهما طولي موجتين مختلفتين ويقعان على جانبي الخط (٢١سم).

فإذا رجعنا لشكل (٤٥) وافترضنا أن دوران المجرة حول محورها العمودي هو مع عقارب الساعة، فتكون حركة كل من الشمس والذراعين (A و B) نحو اليمين، لكن سرعتا الذراعين بالنسبة للشمس مختلفتان، لأن حركة الجسم الأبعد عن المركز تكون أبطأ. وينتج عن ذلك أن حركة الشمس النسبية هي باتجاه الذراعين الحلزونيين (A و B). وعند دراسة طيفي الاشعاع الصادرين عنهما عند الطول الموجي ٢١سم، فإننا نشاهد انحرافين إزرقين مختلفين عن بعضهما قليلاً بالتواتر. إذ أن للذراع (B) سرعة دوران أقل منها للذراع (A)، وبالتالي فإن انحراف طيف الذراع (B) نحو الأزرق سيكون أكبر منه للذراع (A). وسبب ذلك هو أن حركة شمسنا في ذراعها ستكون أسرع منهما.

يبين الشكل (٤٧) منحنياً بيانياً لشدة الاشارة الراديوية عند الطول الموجي ٢١سم، الذي استقبله الفلكيون من الأذرع الحلزونية في مجرتنا. ويلاحظ على هذا المنحني وجود ثلاثة قمم. فالقمة الأولى تقع عند الطول الموجي ٢١٫١٠٦ سم تقريباً، وهي ناتجة عن الاشعاع الصادر عن الذراع (A)، وكما يبدو فانحرافه نحو اللون الأزرق ضئيل. بينما تبدو القمة الثانية للذراع B عند طول موجي مقداره

٢١،١٠٣ سم، وانحرافه نحو اللون الأزرق أكبر بعدة مرات من منه للذراع A ، مما يبرهن أن الذراع (B) أبعد عن مركز المجرة وأبطأ في السرعة من الذراع (A). كما يلاحظ وجود قمة ثالثة ضعيفة على المنحني عند الطول الموجي ٢١،١٠٠سم. وهذا يشير لوجود ذراع ثالثة بعيدة جداً لخارج مجرتنا. كما أن كثافة مادتها قليلة.



شكل رقم (٤٧) مخطط الاشارة ٢١ سم المستقبلة من الأذرع الحلزونية الخارجية الثلاثة في درب التبانة.

الاصدار الراديوي من غاز أول اوكسيد الكربون بين النجمي:

لقد كانت القياسات للطول الموجي ٢١سم أداة قوية جداً لسبر ومعرفة تركيبة المجرة. لكن تلك القياسات كانت تعاني من أخطاء رئيسية ومؤثرة، فهي لم تفلح كثيراً في ايضاح مناطق غاز الهيدروجين ذات الكثافة العظمى في الأذرع

الحلزونية، بالرغم من أهمية تلك المناطق في تشكل النجوم والكواكب. كما أن مناطق الكثافة العالية لغاز الهيدروجين لاتشع طاقة عند الخط ٢١سم لأن ذرات الهيدروجين تتحد مع بعضها لتشكل جزيئات الهيدروجين، وبالتالي يكون الخط ٢١ سم الصادر عن جزيئات غاز الهيدروجين ضعيفاً وغير قابل للكشف، بالرغم من صدوره من مناطق كثيفة جداً، لهذا كان لاكتشاف غازل أول اكسيد الكربون، وبوفرة ملموسة في الفضاء أهمية خاصة. اذا أصبح بالامكان معالجة النقص الحاصل في حالة الخط ٢١سم. ووجدأن لجزيء أول غاز الكربون (CO) خط اصدار قوي عند الطول الموجي ٢ر٦ مليمتر.

وكما في حالة خط الاصدار للهيدروجين، فإن خطوط الاصدار للغاز (CO) تبدي قمتين متميزتين أو أكثر وبأطوال موجية متجاورة، وتلك القمم هي نتيجة إصدار اشعاع عند الطول الموجي ٢ر٦ ميلمتر من الوسط بين النجمي، والخاصة المهمة لهذا الطول الموجي هو أنه لايضعف بسبب الكثافة العالية لغاز الهيدروجين وهذا عكس حالة الخط ٢١سم، إذ يحدث لهذا الاشعاع تقوية في مناطق السحب الكثيفة التي يوجد فيها غاز (CO) والتي هي مناطق ولادة النجوم الحديثة لهذا كان اكتشاف وجود أول غاز الكربون في الفضاء هو أفضل اكتشاف لدراسة المناطق الاكثر كثافة في مجرتنا والتحري عن مواضع تشكل النجوم والكواكب.

الفصل التاسع

«ابعاد مجرتنا وحركاتها»

كنـا قد اشـرنا سابقاً الى تشكل مجرتنا، وقدمنا صورة عامة عن حجمها، وموقعها في الفضاء. وسنحاول في هذا الفصل ان نقدم صورة اكثر جلاء عن ابعاد مجرتنا وحركاتها العامة منها والخاصة.

ابعاد المجرة (درب التبانة):

مايهمنا في دراسة ابعاد مجرتنا، هو تحديد امتدادها الطولاني، والعرضاني، وبعدها الفضائي ـ او مانقصد به ثخانتها ـ غير أن مجرتنا ذات الشكل الحلزوني، قد لانعثر لها على طول حقيقي وعرض مميز، لكونها تبدو في الفضاء للناظر اليها من الأعلى وكـأنها طبق طائر يلف في الفضاء، وتدور بحيث تجر أذرعها وتلفها معهـا. لذلـك نجـد أن معظم التقديرات البعدية لها انحصرت في النواة والهالة المحيطة بها، بحيث يصعب وضع تقدير دقيق لامتداد الاذرع الحلزونية منها.

وعلى الـرغم من كون درب التبـانـة أقـرب المجرات الينا، باعتبار نظامنا الشمسي جزءاً منها، ومع اننا نشاهدها في السماء دائماً بسهولة تامة، إلا انها ليست سهلة المنال والفهم مثل غيرها من المجرات. وبما اننا نعيش في احدى زواياها، لذا كان الأمر ليس متعـذراً على بني البشـر القيام ببعض القياسات والتقديرات

لابعادها ولخصائصها الأخرى (وقد أعطت معظم الحساب ابعادا لمجرتنا متشابهة، حيث قدر قطرها بحوالي ١٠٠ الف سنة ضوئية) بينما حسب سمك نواة مجرتنا بحدود ١٠٫٠٠٠ سنة ضوئية.

وقد تم التوصل الى تلك الابعاد لمجرتنا استناداً لدراسة نماذج خاصة من النجوم المتغيرة التي تدعى «بالمتغيرات القيفاوية «Cepheid Variables» وعلى التحاليل الطيفية والتصويرية ورصد العناقيد النجمية الكروية. وقد أظهر ذلك كله مدى الاتساع المدهش لمجرتنا، بحيث ان منظومتنا الشمسية الواسعة جداً والمعقدة تبدو متناهية الصغر بالنسبة لحجم مجرتنا. وان تقدير ابعاد مجرتنا يختلف من تقدير الى آخر، ومع ذلك فان أصغر تقدير لابعادها هي من الكبر بحيث نعجز عن ادراك معناها الواقعي. ومع ذلك فان التقديرات السابقة الذكر تبقى هي الأكثر شيوعاً وتداولاً.

حركات مجرتنا:

ان كل شيء في الكون يتحرك. وما ينطبق على الوحدات الأصغرية من الكون ينطبق على الوحدات الأكبر. فليس هناك في الكون حركة احادية للمادة، بل هناك أكثر من حركة، قد تكون حركتان فأكثر. ومجرتنا التي تشكل واحدة من مجموعة من المجرات التي بلغ عددها **٢٢** مجرة والمعروفة بالمجموعة المحلية من المجرات، تتحرك في حركتين رئيسيتين، احدهما حركتها حول محور يصنع زاوية قائمة مع الدولاب النجمي (حركتها حول نفسها)، والآخرى حركتها حول محور ينطبق على احد اقطارها. كما أن سبب تسطحها هو سرعتها الكبيرة في الدوران. وقد بينت الدراسات ان السرعات القطرية لمختلف اجزاء مجرتنا الحلزونية انها تدور بسرعات تتراوح بين ٢٠٠ ـ ٣٠٠ كم في الثانية. وهذا الدوران لايشبه دوران الجسم الصلب. لأن الاجزاء البعيدة تدور بسرعة أكبر، بينما الاجزاء القريبة من المركز تدور ببطء، وأيضاً الاجزاء البعيدة جدا تدور ببطء شديد. أي ان سرعة

الـدوران تتـزايد خارج النـواة الكثيفـة للمجرة، وبالتالي يتناقص دور الدورة مع المسافات الابعد عن المركز والفروق الموافقة في الدور والسرعة يمكن مقارنتها بدوران الكواكب في مجموعتنا الشمسية، فالكوكب الأقرب للشمس هو الاسرع في الدوران حولها، ويكون دوره أقصر. فمثلاً عطارد وهو الكوكب الاقرب للشمس يبلغ دوره ٨٨ يوماً، بينما دور بلوتر ٢٤٨,٤٢ سنة، ومن المعلوم ان مداره ابعد بكثير عن الشمس.

من الواضح أن النجوم بين الشمس ومركز المجرة تدور حول مركزها أسرع مما تفعله الشمس، وبالتالي فان تلك النجوم تتجاوز الشمس وتسبقها في الدوران، بينما تدور النجوم بين الشمس والحافة الخارجية للدولاب المجري بسرعة أبطأ من شمسنا، ونتيجة لذلك يحدث لتلك النجوم تخلف متزايد عن نجمنا الشمسي. والسبب في ذلك هو ان النجوم والسحب الغازية ليست مترابطة فيما بينها بصلابة، وان الاجزاء الخارجية تدور مثل الكواكب حول الشمس. والاجرام الأبعد تتحرك بسـرعـة أبـطأ. وتكون سرعة الدوران في المناطق الداخلية متشابهة في سرعتها الـزاوية لانهـا تشبه الجسم الصلب، وذلك بسبب قوى التجاذب الهائلة بحيث تجعلهم يدورون كقطعة واحد.

ويكون للمجموعة المحلية من المجرات دورة حول مركز ثقلها، مصحوبة بحركة تقهقرية تباعدية فيما بين هذه المجرات. وسبب هذه الحركة الابتعادية هو حقيقة ظاهرة تمدد الكون.

الفصل العاشر

«النظام الشمسي في مجرتنا»

مقدمة :

ان السؤال المطروح، هل شمسنا هي الوحيدة في مجرتنا؟

والجواب، حتماً بالنفي، فكل نجم من نجوم مجرتنا التي يقدر عددها ببلايين النجوم، هو شمس من الشموس، التي قد نجد ماهو شبيه بشمسنا، وما هو اكبر أو أقل منها حجماً، وما هو أشد أو أقل منها ضياءاً.

ان شمسنا ذاك النجم الساطع الذي يزورنا بانتظام فريد، وبتواتر دقيق، بحيث لايكاد أن يقرب حتى يبشر غروبه بسطوع جديد ضمن دورة يومية معروفة بدقة. انها سراجنا المنير الذي يمدنا بالضياء، وشدة اضاءتها التي لانرى من على سطح الارض ماهو أشد منها ضياء، ماهو إلا نتيجة لقربها الشديد منا. ولكن لو أتيح لنا أن نقترب من بعض النجوم في مجرتنا الى درجة قربنا من الشمس، لاستطعنا عندئذ أن ندرك كم هي صغيرة في حضورها. فمعظم نجوم مجرتنا يزيد قدرها المطلق على قدر الشمس (قدر الشمس المطلق = ٤,٩) وتصنف الشمس طبقاً لدرجة حرارة سطحها (٥٠٠٠ ـ ٦٠٠٠م) ضمن مجموعة النجوم الصفراء اللون.

وشمسنا احدى نجوم التتابع الرئيسي ـ وفق مخطط هيرتز سبرنغ ـ رسل ـ ،

واكثـر من ٩٧٪ من نجـوم مجرة درب التبانة تقع ضمن مجال التتابع الرئيسي. ويعتقد الفلكيون ان النجوم الأصلية الأولى كانت تتركب من الهيدروجين النقي. وبما أن الشمس تحتوي على بعض العناصر الثقيلة وحيث انها لم تصل بعد الى مرحلة التطور التي تنتج مثل هذه العناصر الثقيلة، لذا فان الشمس يجب أن تكون نجماً ولد مرة ثانية. اذ من المعتقد أن المجموعة الشمسية تكونت من حطام نجوم أخـرى كانت موجودة قبلها. واذا كان هذا صحيحاً فمعنى ذلك ان ذرات جسم الانسان قد خلقت منذ بلايين السنين داخل نجم قديم. وان الذهب الذي يصنع على شكـــل حلي للزينـة ربمـا تشكـل خلال حادثـة انفجـار نجم حديث جداً (سوبرنوفا) وقعت على بعد تريليونات الكيلومترات عنا.

ومـع ذلـك فان شمسنا بصورة تطورها التي وصلت اليها حالياً تعتبر نجماً حديث الميلاد نسبياً في مجرتنا. فاذا كان عمر المجرة يزيد على ١٠ بيليون سنة، فان عمر شمسنا يقارب من نصف عمر المجرة، أي منذ حوالي ٥٠٠٠ مليون سنة. ومن حسن حظ البشرية أن الشمس ليست إلا نجماً متوسط الوزن، وفي الامكان ان نتوقع لها أن تتمتع بعمر متوسط مديد (خمسة بلايين سنة أخرى) قبل ان تتضخم الى حالة العمالقة الحمراء.

ماهي نجوم مجرتنا الأقرب الى شمسنا:

ان أقرب النجوم الى شمسنا هو نجم رجل قنطورس (Alpha Centauri) الذي يبعد عن مجموعتنا الشمسية بحدود ٣٨ تريليون كم، وهو عبارة عن نجم ثلاثي يبدو بشكل عائلة مؤلفة من ثلاثة نجوم تكونت في نفس الفترة وبطريقة واحدة. وتتركب من الغاز والغبار. ومهما كان زمن ميلاد تلك المجموعة النجمية فانها تدور حول بعضها البعض بتأثير قوة الجذب فيما بينها.

وأكبـر نجـوم تلك المجموعة الثلاثية هي نجمة رجل قنطورس التي تشبه شمسنا الى حد كبير، ولها الحرارة السطحية نفسها، واللون والمظهر نفسه، أما

النجمان الآخران فهما أصغر حجماً ولونهما أشد حمرة، والنجم الأوسط حجماً يدور حول الأكبر منهما بمدار يبعد عنه بحوالي ٣,٢ بليون كم، وتستغرق الدورة الواحدة قرابة ٨٠ سنة، أما النجم الأصغر فيتصف بصغر حجمه، وبكون كتلته لاتزيد على ١/١٠ كتلة شمسنا ويدور على بعد ١,٦ تريليون كم، متمماً دورته في مليون سنة حول النجم الأكبر.

واذا كان رجل قنطورس أقرب نجم إلينا، فان بريقه كافٍ لرؤيته بالعين المجردة، غير ان هناك مايشير الى وجود العديد من النجوم الأقرب الى شمسنا من رجل قنطورس إلا أنها أصغر منه حجماً وأقل ضياءً، بحث لايمكن رؤيتها بالعين المجردة من سطح الأرض، كما تم اكتشاف وجود بعض النجوم بين رجل قنطورس وشمسنا، لكنها استنفذت كامل الوقود الذي كان بداخلها، وتحولت بذلك الى نجوم منطفئة لايمكن رؤيتها مباشرة.

ان النجم الذي يلي رجل قنطورس في قربه للشمس والذي يقع خلفه هو نجم بيرنارد Barnard الذي يبعد عن الشمس بحدود ٤٨ تريليون كم. ونجم بيرنارد أصغر حجماً من الشمس، وإضاءته أضعف بمقدار ٣٠٠ مرة من إضاءة الشمس، ودرجة حرارة سطحه حوالي ٣٠٠٠م يقابلها درجة حرارة ٦٠٠٠°م لسطح الشمس، واذا كان لونه برتقالياً أحمر، فان لون الشمس يميل الى الأصفر، ونجم بيرنارد نجم وحيد ـ كالشمس ـ وليس ثلاثياً كما في مجموعة نجوم رجل قنطورس، ويدور حول نجم بيرنارد كوكبان يقاربان في حجمهما كوكب المشتري.

وبالاضافة الى ماتقدم، يوجد حوالي ٥٠ نجماً لايزيد مدى بعدها عن الشمس على ١٦٠ تريليون كم. وبعضها نجوم صفراء تشبه الشمس في حجمها ودرجة حرارتها، والقليل منها أكبر حجماً وأشد ضياء من الشمس، وذو لون أبيض مائل للزرقة، وبعضها الآخر نجوم باهتة اللون أو محمرة، ومن هذه النجوم مايكون أحادياً، وبعضها يكون ثنائياً أو ثلاثياً. فمن أصل الـ ٥٠ نجماً السابقة الذكر يوجد ٢٦ نجماً ثنائياً وثلاثياً. وبوجه عام فان مايزيد على نصف نجوم الكون تكون مضاعفة.

واذا كان الضوء المنبعث من الشمس يستغرق للوصول الينا حوالي ثمانية

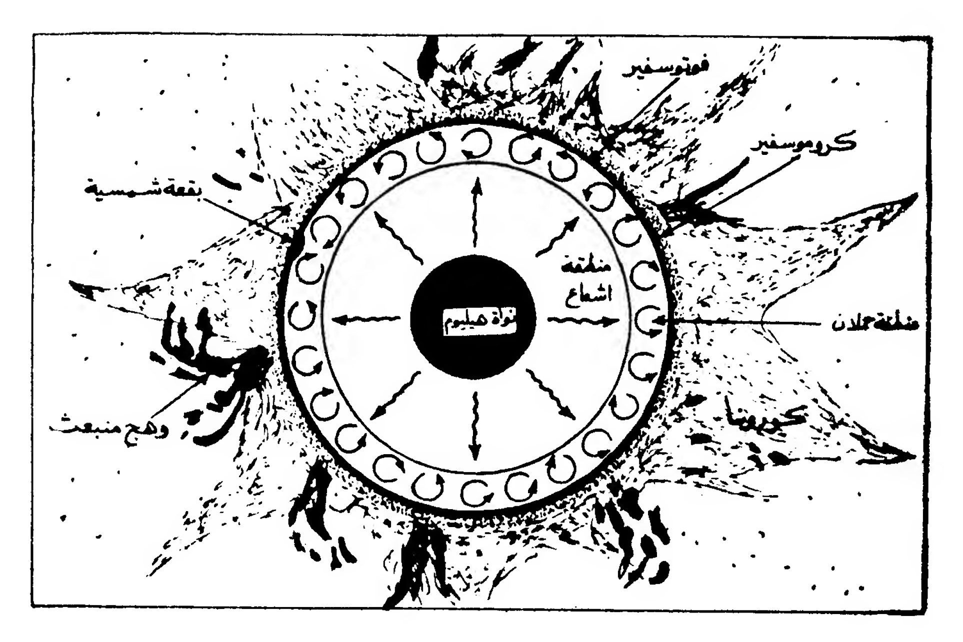
دقائق ونصف، وبالتالي فاننا نراه كما لو كان قبل تلك الفترة. فهناك من النجوم التي نرى ضوئها في السماء، مايستغرق ضوئها كي نراه مئات وآلاف بل وملايين السنين.

أين موقع الشمس في مجرتنا، وماذا عن حركتها في المجرة:

تقع الشمس على أحد الاذرع الحلزونية من مجرتنا (درب التبانة) متجهة نحـو حافـة الذراع، وتبعد عن مركز المجرة بحدود ٣٠ الف سنة ضوئية. وتدور النجـوم في المجـرة حول مركـزها بحركة تشبه حركة الكواكب في دورانها حول الشمس. وتشارك الشمس نفسها في هذه الحركة مكملة دورتها حول مركز المجرة بحدود ٢٥٠ مليون سنة ضوئية، وهي تتحرك بسرعة تقارب من ٨٠٠,٠٠٠ كيلو متر في الساعة.

ويمكن اعتبار الشمس كنجم معتدل، إذ انه على مقياس مجموعتنا الشمسية فان ضخامتها تتضح من بعض المعطيات الرقمية عنها، فنصف قطرها يعادل ١٠٩ مرات نصف قطر الأرض (نصف قطر الشمس = ٦٩٦ الف كيلو متر)، وحجمها يسـاوي ١ر٢٥ مليون ضعف حجم الأرض، ومحيطها أكبر بحوالي ١٠٠مرة من محيط الأرض، وكتلتها أكبر بمقدار ٣ر٠٠٠ر٠٠٠ مرة كتلة الأرض (كتلة الشمس = ١ر٩٩× ١٠^{٣٣}غرام). ونتيجة للطبيعة الغازية لهذا النجم فان كثافته تعادل ١/٤ كثافة الارض (كثافة الشمس = ١ر٤١ غرام/سم^{٣}). غير ان اضاءتها تبلغ بحدود ٤×١٠^{٣٣}إرغة/ثانية، ودرجة حرارتها السطحية تقارب من ٦٠٠٠°م. أما متوسط بعد الأرض عن الشمس فيتقارب من ١٤٩ر٥٩٨ر٠٠٠كم.

وتتـركب الشمس من اربعـة طبقـات رئيسية متحلقة حول بعضها ـ شكل (٤٨) ـ هما:



شكل رقم (٤٨) يوضح مختلف طبقات الشمس ومعالمها. ويرى مقطع الرسم البياني النواة الشمسية ـ وهي فرن طاقة ذرية ينتج حرارة ونورا. وتؤلف الكرة الضوئية سطح الشمس، وتغلف جو الشمس وتندمج به. وتظهر البقع والنتوءات الشمسية على الشمس او قربه. مع ذلك، تندفع النتوءات في الغالب بعيدا عن الشمس. ويكتنف الجو الشمسي الكرة الضوئية، ويتكون من طبقتين، هما الكرة القرمزية والهالة. وتمتد الهالة الى ملايين الكيلومترات في الفضاء.

ا ـ قلب الشمس:

والـذي يتضمن على الجـزء المركزي (نواة الهيليوم) الذي يزيد قطره عن ٤٠٠ ألف كم، فيما يعرف بالمولد الشمسي، حيث تحدث في هذا الجزء عمليات احتـراق الهيدروجين، والانـدمـاج النووي، متحرراً من جراء ذلك طاقة ضخمة بصورة أشعة غاما. ويلي هذا الجزء المنطقة المعروفة بمنطقة الاشعاع التي تبلغ

سماكتها بحدود ٣٢٥ الف كم، التي تحدث فيها معظم التحولات التي تطرأ على الاشعة المنبعثة من النواة متحولة الى اشعة اكس، والاشعة فوق البنفسجية، ومن ثم الاشعة المرئية والحرارية، ويعقب طبقة الاشعاع، طبقة ثالثة حاملة للاشعة المتجاوزة لها ممتدة بسماكة مقدارها حوالي ١٥٠ الف كم، يتم انتقال الطاقة فيها باتجاه سطح الشمس بفعل تيارات الغاز الدورانية الرأسية، فيما يعرف بآلية النقل الحملاني، لذا نعرف هذه الطبقة الفرعية باسم طبقة الحمل.

ب ـ الطبقة المضيئة (الفوتوسفير):

وتمثل سطح الشمس المرئي، وهي قرص الشمس الذي نراه في كبد السماء، وتبلغ سماكتها بحدود ٥٠٠ كم وسطح هذه الطبقة في تغير مستمر وذو نقط (بقع)، يبدو وكأنه مغطى بحبيبات Grannles صغيرة ومتناثرة. وينتج هذا التبقع عن الحركة الغليانية للغازات الموجودة فيها. وبالاضافة الى تلك الحبيبات الصغيرة، فانه كثيراً مايرى على سطح هذه الطبقة مناطق كبيرة باردة نسبياً ومظلمة ومناطق بيضاء لامعة ساخنة.

ان سطح الشمس في حال فوران، ونشاط دائم. أي تكثر فيه الاوهاج، كما تنشأ فيه البقع الشمسية التي تبدو كمناطق مظلمة من سطح الشمس لكون درجة حراراتها أقل من درجة حرارة سطح الشمس بحدود ٢٠٠٠ °م. كما وتكثر على سطح الشمس اللطخ الضوئية (Plages) والشعلات (Filaments).

جـ ـ الطبقة الملونة (الكروموسفير):

وهي عبارة عن طبقة رقيقة نسبياً من الغازات المتوهجة الحارة، التي تبلغ سماكتها بحدود ٢٠٠٠ ـ ٥٠٠٠ كم. ويمكن ملاحظة هذه الطبقة اثناء كسوف الشمس بصورة كلية، حيث تبدو على شكل حافة حمراء رقيقة حول الشمس. ومتوسط درجة حرارة هذه الطبقة بحدود ٢٠ الف درجة مئوية.

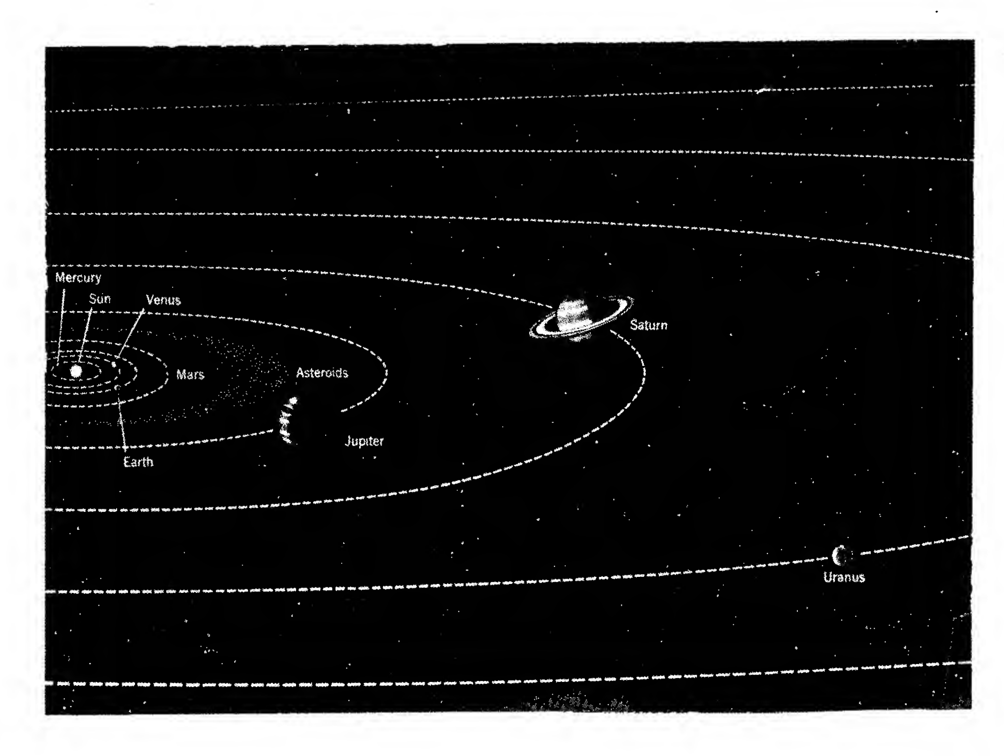
د ـ الطبقة التاجية (الكورونا):

وتشكل الجزء الخارجي من جو الشمس. وهي طبقة متأينة لونها ابيض فضي. وتمتد عموماً بحدود مليون كم ـ وأكثر ـ عن سطح الشمس. وعند حافتها الخارجية تنطلق الغازات المتأينة بسرعة كبيرة كافية لهروبها من مجال جاذبية الشمس. وتؤلف هذه الجداول من البروتونات والاليكترونات المنطلقة من الطبقة التاجية مايعرف باسم الريح الشمسية Solar Winds . وتبلغ درجة حرارة هذه الطبقة بحدود مليون درجة مئوية. ومنظرها مثير اثناء كسوف الشمس الكلي.

توابع الشمس:

ليست الشمس هي النجم الوحيد في مجرتنا التي يرتبط بها عدد من الكواكب والاقمار. بل هناك من الشموس (النجوم) مايفوق عدد توابعه الكوكبية عدد توابع الشمس بكثير. والشمس يتبعها مجموعة من الكواكب والاقمار، وعدد كبير من الكويكبات والمذنبات مشكلة جميعاً مايعرف بالمجموعة الشمسية أو المنظومة الشمسية ـ شكل (٤٩) ـ وتتحكم جاذبية الشمس في حركات اعضاء المجموعة الشمسية، وبدون قوة الجذب هذه لانطلقت هذه الاعضاء بعيداً ضائعة في الفضاء. ويبلغ عدد الكواكب المعروفة التابعة للشمس تسع كواكب (عطارد الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، اورانوس، نبتون وبلوتو)، وعدد الاقمار التابعة للكواكب ٣٤ قمراً.

والمجموعة الشمسية بعيدة عن العشوائية في نسقها حيث تتصف بالانتظام ليس في مواضعها فحسب وانما أيضاً في حركاتها. فابعادها عن الشمس مرتبة ترتيباً منظماً متبعة قانون بود المعروف (Bodes low) ، ومداراتها متشابهة وأقرب ماتكون الى الشكل الاهليلجي، ولها جميعاً تقريباً السرعة الزاوية نفسها. ومربع فترة الدورة الواحدة لاي كوكب يساوي مكعب متوسط بعده عن الشمس (قانون كبلر التوافقي).



شكل رقم (٤٩) يوضح هذا الشكل المسافات النسبية الفاصلة بين مدارات الكواكب في المنظومة الشمسية.

ولكل كوكب من كواكب المجموعة الشمسية حركتين، الأولى، حركته حول الشمس، (مركز المجموعة) وتأخذ الكواكب في هذه الحركة وجهة واحدة معاكسة في ذلك لوجهة عقارب الساعة، والحركة الثانية، حركة الكوكب حول نفسه، وتدور جميع الكواكب حول نفسها في نفس وجهة حركتها حول الشمس ـ باستثناء كوكبي الزهرة واورانوس اللذان يدوران حول محورهما في اتجاه عقارب الساعة بدلاً من العكس كما تفعله الكواكب الأخرى ـ.

ويعد عطارد من أصغر الكواكب حجماً واقربها الى الشمس، وأسرعها أيضاً، ودورته حول الشمس لاتستغرق أكثر من ٨٨ يوماً، ودورته حول نفسه تعادل مدتها مدة دورته حول الشمس. وحرارته الليلية ـ في ليله الطويل الذي يقارب من ٨٨ يوم ـ تهبط الى ما دون ـ ١٤٠°م، ودرجة حرارته النهارية ترتفع لتزيد عن ٣١٥م.

أما كوكب الزهرة، أو مايعرف بنجمة الصبح ـ أو نجمة المساء ـ فهو أقرب الكواكب الى الأرض، وثانيهما قرباً من الشمس (١٠٨,٢ مليون كم) وفترة دورانه حول نفسه بحدود ٢٢٦ يوماً أما دورانه حول نفسه فيستغرق ٢٤٣ يوم. وكتلته ٨٢, . من كتلة الارض، وكثافته تقارب من كثافة الأرض. ومعظم غلافه الجوي يتركب من غاز ثاني اوكسيد الكربون (٩٥٪). ويغلف سطح الزهرة غطاء سحابي كثيف. ودرجة حرارة هذا السطح تصل الى ٤٥٠°م. ولذا فان الماء القليل في هذا الكوكب يكون كله في حالة بخار.

أما **كوكبنا الأرضي**، فهو ثالث الكواكب بعداً عن الشمس (١٤٩ر٦مليون كم)، وسنته تساوي ٣٦٥ر٢٥ يوم، ويومه حوالي ٢٤ ساعة. ونصف قطره الاستوائي بحدود ٦٣٧٨كم. وكثافته بحدود ٥ر٥ غ/سم٣. ومتوسط سرعة دورانه بحدود ٢٩ر٨كم/ساعة. ويتبعه قمر واحد، هو قمرنا الذي يبدد لنا ظلمات جزء من ليالي السنة. والذي يدور حول الأرض مستغرقاً ٢٧ر٥ يوم لاتمام دورة واحدة*. ويبعد وسطياً عن الارض بحدود ٣٨٤ الف كم. ونصف قطره ١٧٣٨ كم.

---

* هذه هي مدة الدورة الفعلية للقمر. أما مدة دوران القمر الظاهرية بالنسبة لنا فهي ٢٩,٥ يوماً

وكوكب **المريخ** هو رابع الكواكب بعداً عن الشمس، حيث يبعد عنها بحدود ٢٢٧,٩ مليون كم، مستغرقاً في دورته حول الشمس مدة تعادل ٦٨٧ يوماً أرضياً كي يكمل دورة واحدة. وفي نفس الوقت الذي يدور فيه حول الشمس نجده يدور حول نفسه متمماً دورة واحدة كل ٢٤ ساعة و ٣٧ دقيقة. وسطحه شديد التضرس، اذ تنتشر على سطحه السهول المتسعة المغطاة بفوهات بركانية، والتلال الموزعة بغير انتظام، والوديان العميقة، والجبال البركانية الضخمة.

وتظهر الأغطية الجليدية في منطقتيه القطبيتين. وجوه يتركب بصورة رئيسية من (CO_2) و (N). ودرجة حرارته تقل كثيراً عن درجة حرارة الأرض. وان كانت التباينات والتطرفات الحرارية أشد، فهذا يعكس قسوة المناخ. ويتبع المريخ قمران، هما، فوبوس (قطره الاعظمي ٢٨كم) وديموس (قطره الاعظمي ١٥كم).

ويعد المشتري من أكبر كواكب المجموعة الشمسية، اذ ان كتلته لوحده تساوي ضعف مجموع كتل بقية الكواكب، ومع ذلك فان كتلته لاتتعدى ٠,٠٠١ من كتلة الشمس. ويبلغ بعده عن الشمس ٧٧٨,٣ مليون كم. ويستغرق في دورانه حول الشمس فترة تعادل ١٢ سنة أرضية، إذ أن سرعة دورانه تعادل ١٣كم/ثا. ويتركب جوه في غالبيته من الهيدروجين والهيليوم، بالاضافة الى نسبة قليلة من غاز الميتان والنشادر. ويبدو قرص هذا الكوكب مغطى بحزم متعاقبة من السحب المختلفة الالوان الموازية لدائرته الاستوائية. وشكله شديد التفلطح، إذ ان نصف قطره الاستوائي يبلغ ١٤٣ الف كيلومتر تقريباً، بينما يعادل قطره القطبي حوالي ١٣٤الف كم. وقد دلت القياسات على ان درجة حرارته تقارب من - ١٤٠°م تقريباً. ويتبع كوكب المشتري أربع عشرة قمراً؛ اكبرها الاقمار: جانيميد، جالستو، أيوا، ويوروبا.

أما الكوكب زحل فيبدو شكله بصورة كرة متحلقاً حولها مجموعة من الخواتم. ويبلغ قطره الاستوائي ١٢٠ الف كم، وبعده عن الشمس بحدود ١٤٢٧ مليون كم. ويتطلب فترة ٢٩٫٥ سنة أرضية كي يكمل دورته حول الشمس. ولزحل عشرة أقمار، أكبرها القمر تيتان الذي يعادل في حجمه حجم عطارد.

ويلي زحل الكوكب السابع المعروف بالكوكب الأخضر (أورانوس) الذي

يبعد عن الشمس بحدود ٢٨٧٠ مليون كم. ويتكون من الميتان البارد. وتبلغ كتلته ١٤٫٦ مرة كتلة الأرض، وحجمه ٦٧ مرة حجم الأرض. وطول قطره الاستوائي بحدود ٥١٨٠٠ كم. ونادر أن ترتفع درجة الحرارة فيه الى أكثر من - ١٧٠°م. ويتبعه خمسة أقمار، اقربها اليه القمر ميراندا، يليه القمر ايريل. . الخ.

ويبعد الكوكب نبتون عن الشمس بحدود ٤٥٠٠ مليون كم. وحجمه يقارب ٥٧ مرة حجم الأرض، وكتلته ١٧,٢ مرة كتلة الأرض، وطول قطره الاستوائي ٤٨٦٠٠ كم. ويدور حول الشمس مرة كل ١٦٥ سنة تقريباً (سرعة دورانه ٥,٤ كم/ثا). ويشبه كوكب المشتري في بنيته وتركيبه. ودرجة حرارته الوسطى عند السطح بحدود - ٢٢٠°م.

وآخر كواكب المجموعة الشمسية الكوكب بلوتو الذي يبعد عن الشمس بحدود ٥٩٠٠ مليون كم. وبما ان سرعة دورانه بطيئة (٤,٧ كم/ثا) لذا فانه يستغرق ٢٤٨ سنة أرضية كي يكمل دورته حول الشمس. ودرجة حرارته المتوسطة تكون دون - ٢٣٠°).

وبين مداري كوكبي المريخ والمشتري، تتواجد اعداد كبيرة (عشرات الالوف) من الكويكبات التي تدور في نفس وجهة دوران الكواكب حول الشمس. وتتفاوت في احجامها من بضع مئات الكيلو مترات (الكوكب سيرس ٩٥٠ قطره) الى قطع صغيرة بحجم الحجارة الصغيرة.

يضاف الى ماتقدم اعداداً كبيرة من المذنبات المتحركة ضمن مجال النظام الشمسي، والتي يقترب البعض منها احياناً من الأرض - كما في مذنب هالي المعروف -.

الفصل الحادي عشرة

رحلة كونية

إنـطلقنـا من سطح كرتنا الأرضية، تلك الهبـاءة الطافية في هذا الكون، والشـاطىء لهـذا المحيط الكـوني الـلانهـائي، وتجـاوزنا دروع الأرض الغازية والكهربائية والمغناطسية والجاذبية. وتغلبنا على قوى القصور الذاتي لاجسامنا. وسرحنا بنظرنا عبره، وجالت مقاييسنا خلاله. نريد فهمه وادراكه، ومن ثم تحجيمه وجمعه في عيوننا وأحاسيسنا. ونريد تملكه والسيطرة عليه، لكن هيهات هيهات. فهـو كون حجمـه وعمـره خلف مانستـطيع ادراكه ورؤيته. وأن معظم اهتماماتنا وتساؤلاتنا لامعنى لها وربما كانت تافهة، إذ أن احتمال وجودنا على سطح كوكب ما أو بجـواره هو أقـل من احتمـال واحـد من بيليون تريليون احتمـال (أي ١ / ١٠^٣٣). وفي الحياة اليومية تدعى تلك الاشياء الغـريبة بالعجائب. وان نوعنا حديث العهـد في هذا الكـون. وحياة الانسان بل الكرة الأرضية بل المجموعة الشمسية ليست سوى ومضة في عمر هذا الكون. وماتوصلنا له من العلوم لايزيد عن غمس كواحلنا في ماء محيط لجب. وأن مقاييسنا لاتصلح لتكميمه وتحجيمه. وحتى أن المسـافـة التي يقطعها الضوء خلال سنة تبدو وحدة قياس صغيرة جداً لاتشبع نهمنا في قياس المسافات الكونية! ولن يجدينا قياس ما، اذا لم يصاحب بخيال واسع ينقلنا عبره، ويجول بنا في رحاب عوالم ليست موجودة. وبدون الخيال لن نصل لشيء. ويساعدنا في ذلك مبدأ الشك إذ يساعدنا في تمييز الهوى عن

الحقيقة. فإن حجم وعمر الكون هما خلف ما يستطيع الانسان العادي ادراكه. فهو ضائع بين الضخامة والاتساع، والخلود والسرمدية. ولكي نقترب من ذلك الادراك يجب أن نزود أنفسنا بمبدأي الشك والخيال لكونهما الوسيلة المجدية في الوصول لعوالم لانصلها إطلاقاً في عالم الحقيقة مهما كانت وسيلتنا الصنعية، وذلك ضمن قناعتنا بأن كل أرجاء كوننا يخضع لنفس قوانين الفيزياء المألوفة لدنيا كالجاذبية والقصور الذاتي، كما أن له نفس العناصر المعدنية في تركيبه ومحتواه. واثناء ابتعادنا عن منزلنا الأرضي تلوح لنا الشمس مودعة ويحف بها باقي أفراد أسرتها منها عطارد أصغر ابنائها حجماً وأقربهم لها. فإذا افترضنا أن قطرها متراً واحداً كان عطارد حبة حمص وبعده عنها أربعين متراً. وتليه الزهرة اللامعة وتبدو كالكرزة وبعدها ٧٧ متراً. واثناء ابتعادنا عن أرضنا نمر بالمريخ فنجده خرزة بعدها عن الشمس ١٦٠م. وبعده يصادفنا المشتري وزحل ماردا المجموعة الشمسية ولكل منهما حجم البرتقالة الكبيرة، وبعد الأول نصف كيلو متراً، بينما بعد الآخر حوالي كيلو متراً واحداً، وبامكان أي منهما ان يتسع بداخله لحوالي ألف من كرتنا الأرضية. ويحيط بزحل حلقات جميلة جداً، تزيد من بهائه وجماله.. ولدى مرورنا بأورانوس ونبتون نجدهما باحجام كالبندق الصغير، على بعدين كيلو مترين وثلاثة كيلو مترات. وأخيراً نبلغ بلوتو الذي حجمه كالحمصة وبعدها ٤ كيلو متراً.

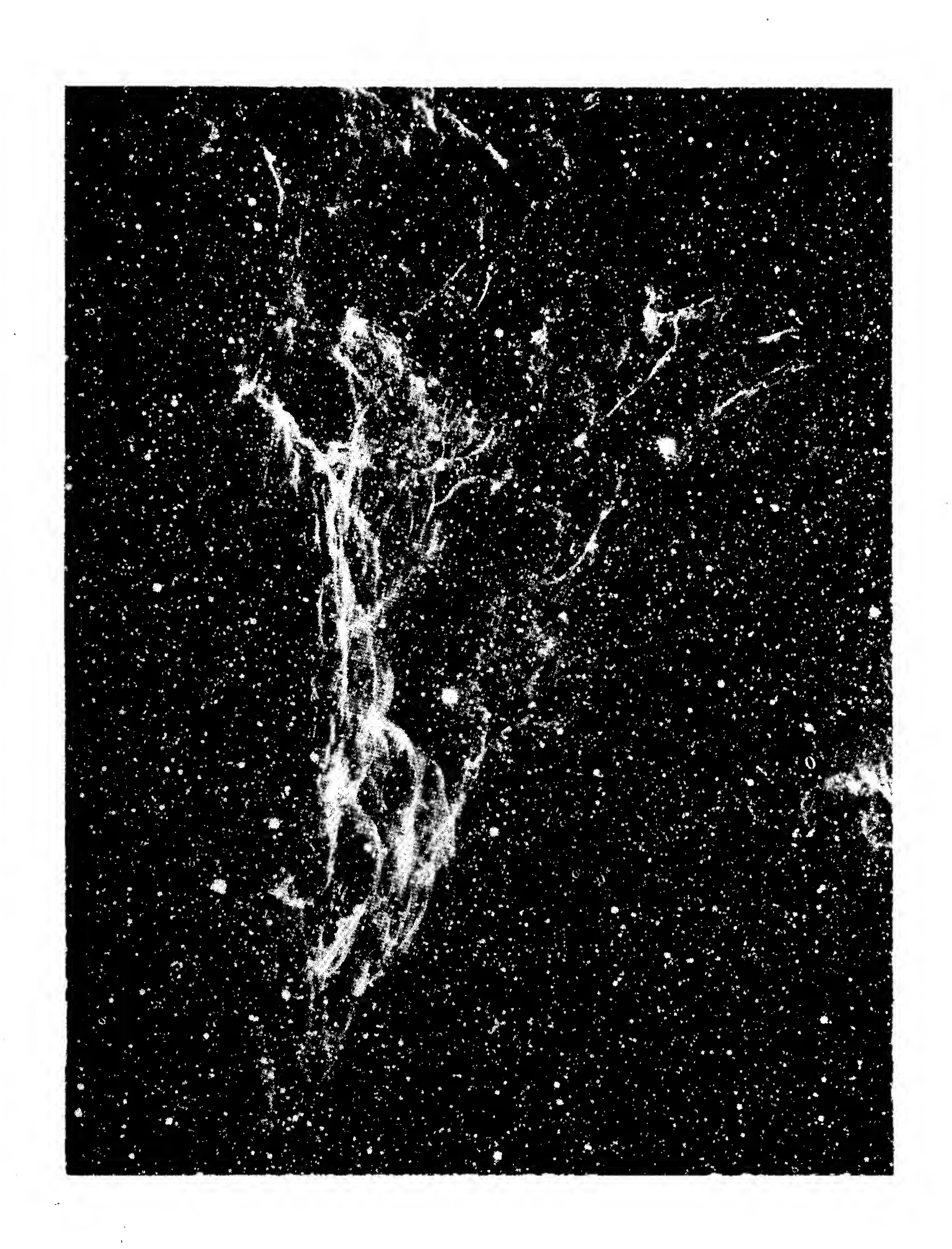
إن بعض هذه الكواكب لاتبدي نفسها مباشرة فهي محتجبة عنا بغلاف جوي كثيف يمنعنا مشاهدة سطوحها مثل الزهرة والمشتري وزحل وبلوتو. وكذلك فهي مختلفة في درجات حرارتها فبعضها اتون يغلي وبعضها زمهرير متجمد. كما أن لبعضها أقران مرافقة لها هي الاقمار، ويصل مجمل عدد تلك الاقمار الى حوالي ثلاثون قمراً، كما تتزين الاسرة الشمسية بنجيمات جميلة كأنها حلقة ذهبية ومتناثرة في مدارات مختلفة حول الشمس. كما يسبح في فضائها مذنبات حالمة وشهبا ونيازك شقية تغزو فضاءها وتضرب كواكبها وتؤلمها أحياناً.

وحيث أننا اخترنا سرعة انطلاق هائلة تقارب سرعة الضوء فإننا سوف نخرج من مجموعتنا الشمسية في حوالي نصف ساعة أو نحوها. وأثناء انطلاقنا نرى بحوراً من البذار المنثورة هنا وهناك وهي النجوم التابعة لمجرتنا (درب التبانة) بعضها

فرادى وبعضها في تجمعات عنقودية، وجميعها يتحرك في فلكه ومداره. وكثيراً منها تغلفه السحب والسدم الغازية والترابية. ولربما بدت تلك السحب مظلمة وفي مواضع أخرى، تكون مضيئة بسبب النجوم المغموسة أو المجاورة لها. والكون معظمه فراغ خال واسع جداً، وهذا الاتساع في الفراغ يجعله كوناً بارداً وعاتماً ومظلماً. فإذا كانت حركتنا باتجاه مركز المجرة، فإننا نسقط نحو مركزها الكتلي العملاق، وهو يبعد عن منظومتنا الشمسية حوالي ٣٠ ألف سنة ضوئية واذا أردنا أن نحدد موضع أرضنا فيجب أن نوجه مسارنا نحو الضواحي البعيدة لمجرتنا، إلى أن نصل لمكان محجوب بعيد في طرف أحد الأذرع الحلزونية وأثناء تلك الرحلة تمر بنا منظومات من النجوم ذاتية الاشعاع، بعضها بشكل فقاعات كروية مثل فقاعات الصابون، ومن الضخامة بحيث أن كل واحدة منها تتسع لعشرة آلاف شمس بحجم شمسنا أو حوالي تريليون كرة أرضية. وبعض تلك النجوم صغيرة وباتساع مدينة صغيرة لكن كثافتها أكثر ببضع تريليونات مرة من مادة الرصاص. وبعض تلك النجوم منفرد ومتوحد مثل شمسنا. ولبعضهم نجم آخر مرافق يدور حولها أو أكثر حتى نصل لنظم نجمية عنقودية تحوي من بضع دزينات من النجوم الى ملايين الشموس. وبعض الشموس قريبة من بعضها بحيث تتماس معاً ويجري بينهما تبادل للقذائف النجمية. وبعضها يبعد عن الآخر كبعد زحل عن الشمس. وأحياناً يلمع انفجار سوبرنوفا من أحدها بحيث يصدر عن انفجار السوبرنوفا الواحد ضياءاً أشد بكثير من ضياء المجرة بأكملها ـ شكل (٥٠) ـ.

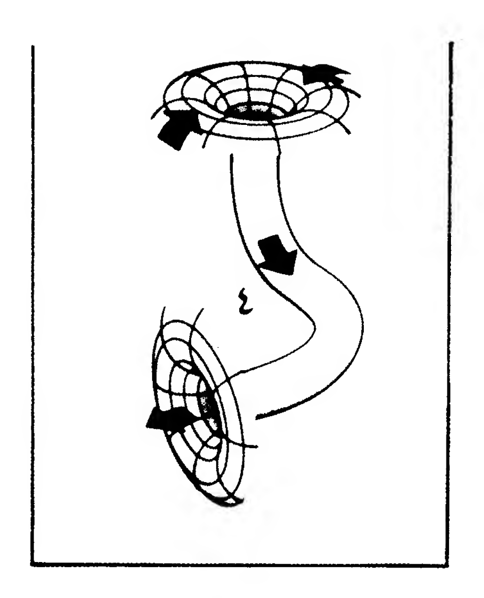
ومثال على ذلك انفجار سوبرنوفا الذي حدث في السحابة الماجلانية العظمى التي تبعد ١٦٠ ألف سنة ضوئية. فقد حدث هذا الانفجار قبل تلك المدة ولم يشاهد حتى مساء ٢٣ شباط عام ١٩٨٧، أي أن ذلك الحدث تم في وقت كانت فيه أوائل البشرية تحاول تعلم كيفية اضرام النار، وهذا الانفجار حدث في نجم شاب كان يدعى نجمساندوليك.

نحتاج زمناً لقطع مجرتنا من طرف لآخر يزيد عن مئة ألف سنة ضوئية. وتعتبر مجرتنا حديثة العهد وهي في منتصف عمرها ومازالت مراهقة. ولها دورتان احداهما حول محور عمودي على قرصها ـ أي حول خطها الاستوائي ـ ويبلغ زمن دورة



شكل رقم (٥٠) سديم فيل في برج الدجاجة Cygnus وهو بقايا انفجار سوبرنوفا قديم.

واحدة لها حوله حوالي بليون سنة . ولها دورة حول محورها الطولي المنطبق على قرصها ، ويبلغ دوره ٢٥٠ مليون سنة . وقبل حوالي ١٢٥ مليون سنة كانت مجرتنا في الطرف الآخر من دورتها . وفي تلك الفترة بالكاد بدأت الديناصورات تدب على سطح الأرض ، وكان أجدادنا مخلوقات حديثة العهد صغيرة مكسو جسمها بالشعر والوبر . فإذا أمكن بطريقة ما أن نمدد عمرنا القصير جداً لما يزيد على مئة ألف سنة ضوئية فإننا سوف نخرج من مجرتنا (درب التبانة) ذات الأذرع الحلزونية ، ونصل بذلك لفراغ شاسع لا قرار له ، ويؤنسنا في تلك الرحلة مشاهدة مجرات أخرى متفرقة تتباعد عن بعضها البعض بحيث تقطع آلاف الكيلومترات في كل ثانية . ويلاحظ أن بعضها فرادى وبعضها الآخر يعيش في تجمعات مجرية أو عناقيد ، وتتضمن كل مجرة بلايين وبلايين النجوم وأعداداً أكبر من ذلك من الكواكب وعوالم لا تخطر على بال . فمجرتنا التي تركناها تحوي مايقارب ٤٠٠ بليون نجم أو أكثر من ذلك . وربما كانت بعض نجوم مجرتنا أو نجوم المجرات الأخرى مواطن لتكاثر الاحياء والبشر والمخلوقات الذكية وحضارات نود الاتصال بها . ولكن ماكل مايتمناه المرء يدركه . فنحن نتوقع وجود حوالي بضع مئات البلايين من المجرات وهي أمثلة رائعة عن الفن الكوني ، وكل واحدة تحوي بالمتوسط مئة بليون نجم ، وربما عدداً من الكواكب يفوق عدد النجوم . فليس من المعقول ان شمسنا هو النجم الوحيد الذي يصاحب بكوكب مسكون بالاحياء ، وهو الأرض ، فما الذي يجعلنا نعتقد بوجود الحياة في كوكبنا فقط ، ذلك الكوكب الهباءة والموجود مع الاسرة الشمسية في ضاحية بعيدة مهملة في أحد أذرع مجرة درب التبانة . وبالاضافة لذلك فكل مجرة تحوي أيضاً نجوماً نابضة بالضوء المرئي أو غير المرئي . والضوء غير المرئي هو اشعاعات تحت الحمراء أو أشعاعات سنية ، وتصدر تلك الاضواء بايقاع منتظم رتيب . كما تقوم فيها ثقوب سوداء ماصّة لا تشاهد مباشرة بل تكتشف مواقعها عند جذبها لمجرة أو لنجم لابتلاعه . عندها يصدر ذلك الجسم المنجرف نحوها استغاثات قوية بشكل ضياء واشعاعات مختلفة . لكن الثقب يبتلعه ويضغطه لجسم صغير الحجم جداً لا يمكن تصوره . يبين الشكل (٥١) رسماً تخيلياً لثقب أسود وبطرفة الآخر ثقب أبيض ، الأول يمتص



شكل رقم (٥١) رسم تخيلي لثقب أسود يمتص جميع الأجسام ثم تبعث المادة من خلال ثقب أبيض.

الأجسام المختلفة، والآخر يولد النجوم فمثلاً لو أن ثقباً أسود امتص الكرة الأرضية فلن يزيد حجمها على حجم كرة القدم. ولتلك الثقوب السوداء كتلاً تتراوح بين ملايين الى بلايين المرات من كتلة شمسنا، ويتوقع وجودها وبوفرة في أنوية المجرات العملاقة الاهليلجية.

غالباً ماتكون بعض النجوم منابع قوية للأشعة السينية والأمواج الراديوية. ولكل نجم عمره فالنجم الأزرق يكون شاباً وحديثاً وساخناً، بينما الصفراء متوسطة العمر، لكن الحمراء تكون أكبر عمراً وهي في حالة احتضار، أما النجوم السوداء والبيضاء فهي آخر مراحل الموت.

والغريب في الموضوع هو أن أبعاد المجرات عن بعضها ربما تجاوز مئات البلايين من السنوات الضوئية. وأن الضوء الذي نشاهده في ليلة ما من سطح الأرض، كان قد انطلق من تلك الأجرام، قبل أن تنشأ الأرض ذاتها وحتى قبل أن

تتشكل مجرتنا ذاتها، واقرب مجرة لنا تبعد عنا حوالي مليونان من السنوات الضوئية.

وكما أن النجوم تنتحر وتموت كذلك المجرات القديمة تعاني من الانتحار والموت. فتتحول بنتيجة ذلك لمنابع قوية للأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء، كما أن بعض المجرات الحديثة ربما عانت من انفجارات، فتحولت لما يسمى بالكواسارات، ولكن بدراسة خصائص تلك الكواسارات وجد أنها تساهم بجدية في تمدد الكون، إذ أن بعضها يبتعد عن مجرتنا بمعدل أكبر من ٩٠٪ من سرعة الضوء، وبالتالي فإن لهم ضوء لايمكن تصور شدته، إذ يعادل ضياؤها ضوء انفجار ألف سوبرنوفا في لحظة واحدة، أي ضوء انفجار ألف مجرة أو أكثر في لحظة واحدة وتجعلنا تلك الطاقة الهائلة نشك في نشأتها. ونتساءل هل الكواسار هو مجرة هائلة الكتلة تدور في مجال مغناطيسي قوي؟ أم هو اصطدامات بلايين النجوم أو سقوطها في ثقب أسود؟ أم هو طاقة اندماج متبادل بين المادة وضد المادة؟.

إن للكون الذي رحلنا عبره صورة متحركة. وشعورنا بأن المجرات هي أجسام ثقيلة صلبة فهذا خطأ فهي ذات تركيب سائل يحتوي مئات البلايين من المكونات النجمية وتشبه في ذلك جسم الكائن الانساني الذي هو مكون بدوره من مئة تريليون خلية حية، فهو نموذج مثالي لحالة مستقرة بين التركيب والتحليل، وأكثر من ذلك فهو مجموعة أجزاء، وكذلك هي المجرة.

بعد تلك الرحلة عبر الكون والتي احتجنا لزمن أكبر من عمر الكون ذاته لنعبره، نجد أنفسنا قد رجعنا لنفس النقطة التي بدأنا منها وهو سطح الأرض الذي هو الشاطىء لهذا المحيط الكوني الشاسع. ونطرح السؤال التالي على أنفسنا، ماهو الشكل الكلي للكون؟.

إن الجواب على هذا السؤال يعتمد أساساً على التركيب الكوني الكبير القياسات والأبعاد، ويميل الفلكيون للقول أن الفضاء منحني، وأنه لايوجد مركز لهذا الكون، وأنه محدود بدون حدود. . ومهما قالوا في شكل الكون فلن نستطيع التوصل لمعرفة شكله الحقيقي مالم ندرك طبيعة البعد الرابع له. وللتوصل لذلك نتخيل أن بلداً غريباً كل شيء فيه مسطح وذي بعدين فقط. وكذلك الاشخاص

الذين يعيشون فيه مسطحون أيضاً. ويكون لبعضهم شكل مربع والآخرون شكل مثلث أو دوائر، وآخرون لهم اشكال مسطحة أكثر تعقيداً وهكذا. وأنهم يتحركون ويركضون داخل منازلهم المستوية المسطحة بحرية كاملة وضمن بعدين فقط. وفي هذا العالم الغريب يعرف كل شيء عن الاتجاهين اليمين واليسار والامام والخلف ولكن ليس لدى سكانه أدنى فكرة ولا أية ملاحظة ولا أي أثر لمفهوم الأعلى والأسفل أو فوق وتحت. لكن علماء الرياضيات في ذلك البلد يدركون ذلك البعد الثالث ويعتبرونه حقيقة سهلة. اذ يقول لك أحدهم تخيل بعداً آخر بزاوية قائمة على البعدين الآخرين. فالانسان المسطح العادي سوف يستغرب هذا الكلام لانه لايوجد في الأصل سوى بعدين فقط. وليس بامكانه إدراك البعد الثالث كما أنه سوف يتساءل أين يقع هذا البعد الثالث. عندئذ تثبط همة علماء الرياضيات المسطحون في الاقناع ويتركون موضوعهم بهدوء ولن يستمع لهم بعد ذلك أحد من السكان المسطحون.

إن كل شخص مربع في هذا البلد يرى المربع الآخر وكأنه قطاعا خطياً صغيراً، واما طرف المربع الآخر فإنه يستطيع رؤيته إذا دار حوله، لكن يبقى داخل المربع مجهولاً وغامضاً للأبد، مالم يحدث تصادم مرعب أو عملية تشريح تخرق جوانبه وتعرض الأجزاء الداخلية له.

وفي يوم ما أتى كائن ثلاثي الابعاد (كرة مثلاً أو تفاحة) إلى تلك البلدة المسطحة المستوية وصار يحوم فوقها، وحاول إلقاء التحية والتحدث مع أحد الاشكال المربعة وهو داخل بيته المسطح. عندها نظر هذا الكائن المربع البائس حوله فلم ير أحداً، والاسوأ من ذلك أن الكلام يأتي من الأعلى ويمر عبر جسمه المسطح ذاته. وأن ذلك الصوت يأتي من داخله ويصدر عن المجهول في أعماقه. عندها شعر الكائن بخبل وجنون جعله يفر من منزله. والآن يحاول الكائن الثلاثي الأبعاد دخول بيت مسطح، فيدخل جزئياً فقط عبر قطاع يمكن رؤيته وفق نقاط التماس مع السطح المستوى للبلد المسطح بحيث يكون بداية التماس نقطة، ثم تزداد مساحة التماس وتنمو الى قرص دائري.

لنفترض الآن أن الكون الثنائي الأبعاد إنحنى فراغياً إلى بعد ثالث. لكنه

يبقى ثنائي الأبعاد بالنسبة لساكنيه. فإذا قام أحد الناس المسطحون بنزهة قصيرة عبر كونهم الذي هو مسطح بشكل كافٍ لهم. وسار أحدهم لمسافة طويلة جداً فإنه سوف يكتشف سراً عظيماً هو أنه عاد لنفس النقطة التي انطلق منها في بداية رحلته. وأنه وصل لها دون أن يدور أو أن ينعطف على منعطف كما أنه لم يقطع طريقه أي عائق أو حاجز ويكتشف أن عالمه الثنائي الأبعاد قد حدث له زيغ وضلال، وانعطف وتحول عن خط سيره عبر بعد ثالث غامض. مع العلم أن هذا الشخص المسطح لايستطيع أن يتصور أو أن يتخيل البعد الثالث، لكنه استطاع إدراكه وتخمينه واستنتاجه. فإذا عممنا هذه القصة بأن نزيد عدد الابعاد لوصلنا الى حالة تطبق علينا نحن البشر الذين نعيش في كوننا الثلاثي الأبعاد.

أين مركز كوننا وهل يوجد طرف له؟ وماذا يقع خلفه؟.. والجواب أنه في الكون الثنائي الأبعاد والمنحني عبر البعد الثالث لن يكون له مركز على سطحه بل له مركز في البعد الثالث وداخل كرة. وذلك الكون محدود في كميته لكنه بدون حدود، أما السؤال عما يقع خلفه فلا معنى له بالنسبة للكائنات الثنائية الأبعاد لعدم تمكنهم واستطاعتهم الهروب منه.

الآن إذا قمنا بزيادة كل الأبعاد بمقدار بعداً واحداً، فنحصل على حالة يمكن تطبيقها علينا، فنتوصل إلى أن كوننا رباعي الأبعاد وبشكل كرة عملاقة ليس لها مركز ولاطرف ولاشيء مادي خلفها، وهي تتمدد في كل الاتجاهات، مما يزيد في مساحات الفراغات ضمنها. ويجعل مجرات كوننا تتباعد عن بعضها البعض. فاذا طرح سؤال أين حدثت الصدمة الكبرى في كوننا الحالي؟ فالجواب واضح هي أنها حدثت في كل المواضع ـ انظر الشكل (١) ـ. فإذا كانت مادة الكون غير كافية فإنه يمنع عن التمدد للأبد، ويكون له سرج حصان مفتوح وتحدبه سالب ويشبه بذلك ماذكرناه عن النظام الثلاثي الأبعاد. ـ أنظر الشكل (٥٢) ـ أما إذا كانت المادة الموجودة فيه كافية لاستمرارتمدده فسيكون له شكل مغلق وتحدبه موجب والضوء المنتشر بداخله يبقى محصوراً ضمنه ويأخذ فترة زمنية أكثر من عمر الكون نفسه ليدور دورة كاملة واحدة داخل هذا الكون.

فإذا كان الكون مغلقاً فالضوء لاينفذ منه عندئذ فمن الصحيح أن نقرر بأن



شكل رقم (٥٢) شكل الكون الثلاثي الأبعاد اذا لم تكن مادة الكون كافية والتحدب الكوني سالباً

الكـون هو ثقب أسـود هائـل يتحرك في البعد الفيزيائي الرابع. وإذا أردت أيها القارىء أن تعرف مابداخل هذا الثقب الأسود فانظر حولك.

ومن ناحية أخرى فإن كوننا الذي صرحنا على أنه ثقب أسود هائل يتضمن بداخله العـديد من الثقـوب السـوداء. ولتلك الثقـوب السوداء الداخلية امكانية الانتقال من مكان الى آخر في كوننا، وبدون أن يمنع حركتها أي عائق ويعتقد أنها تصل كوننا بكون آخر، وكأن تلك الثقوب السوداء أنابيب تجري عبر البعد الفيزيائي الـرابـع. ونحن لانعـرف بالضبط مواقع تلك الثقوب الساخنة. وهل هي مرتبطة بأماكن معينة من كوننا ويتعذر علينا الوصول لتلك الأماكن؟ وهل هي ممرات لانتقال مادة كوننا لأكوان أخرى؟.

إن فكرة احتواء ثقب أسود هائل على ثقوب سوداء صغيرة يثير لدينا السؤال التالي هل كوننا محتوى ضمن كون أخر هو ثقب أسود أشد هولاً من كوننا؟ وهل الثقوب السوداء الصغيرة هي أكوان متغيرة ضمن كوننا؟ وهذا يوصلنا إلا أنه ربما يوجد كثير من الاكوان تحتوي بعضها بعضاً. وكل كون يضم الآخر. وربما يكون لكل كون قوانينه الفيزيائية الخاصة به. وربما له طاقات وطبيعة تختلف تماماً عن

الاكوان الأخرى وهكذا. وأن تلك الثقوب السوداء هي طرق وممرات وحيدة للعبور والانتقال من كون لآخر. . وهكذا.

وهذه الفكرة توصلنا لطرح فكرة غريبة ومثيرة للعواطف وعلى قدر من الجرأة، وهي ليست مشروحة ولايمكن برهانها. وهي أننا لو افترضنا جسيماً عنصرياً صغيراً يدعى الالكترون وهو متوفر بكثرة في كوننا فإنه سيبدي نفسه لنا وكأنه كون مغلق بداخله ومرتب ومنظم من مجرات ونجوم و. . . الخ وهي بدورها مكونة من جسيمات عنصرية أدق، وهي بدورها كون، وعلى سوية أخرى وهكذا. . عوالم ضمن عوالم بعضها تتجه نحو الأصغر وبعضها نحو الأكبر بحيث يكون كوننا جسيم عنصري وحيد في كون آخر أكبر منه، أي هو لبنة في خطوة بناء منظومة الاكوان اللانهائية. ماذا تشبه هذه الاكوان وماهي طاقاتها وقوانينها الفيزيائية وهل لها مجرات ونجوم وعوالم أم لهم أشياء مختلفة؟ وهل هم مشغولون بأشكال حياتية لايمكن تصورها؟ وكيف يمكننا الدخول لها واختراق البعد الفيزيائي الرابع؟ وعمل ذلك ليس سهل على الأطلاق. ولكن ربما يقدم ثقب أسود في كوننا طريقاً لاداء ذلك العمل. وأن وجود العديد من الثقوب السوداء الصغيرة بجوار مجموعتنا الشمسية يجعلنا نتأرجح على حافة الأبدية وأننا سوف نقفز فيه أخيراً.

المراجع

آ ـ المراجع الأجنبية :

1 - Cosmos; Carl Sagan' Macdonold co' London 1983

2 - Concepts of Contemporary Astronomy; Hodge' p. W. Mc Graw - Hill co New York 1979.

3 - 'Astronmy: Fundamentals and Frontiers; Third Edition. Jastrow and Thopson' J.Willy and Sons' New York' 1977.

4 - The Book of Popular Science' Volume 8' The Milky Way' G' Grolier' U.S.A' 1973.

ب ـ المراجع العربية :

١ ـ بدائع السماء (رحلة مع العلم في رحاب الكون) جيرالد هوكنز. ترجمة الدكتور عبد الرحيم بدر ومراجعة الدكتور فؤاد صروف مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر ـ بيروت ـ نيورك ١٩٦٧ .

٢ ـ علم الفلك : مفاهيمه وأسسه ، علي موسى ـ مخلص ريس دار دمشق ١٩٨٢ .

٣ ـ المنظومة الشمسية : علي موسى ـ مخلص ريس دار دمشق ١٩٨٣ .

٤ ـ تاريخ علم الفلك : علي موسى ـ مخلص ريس دار دمشق ١٩٨٤ .

٥ ـ المذنبات (مذنب هالي) علي موسى ـ مخلص ريس دار دمشق ١٩٨٥ .

٦ ـ رحلة مذنب هالي : علي موسى ـ مخلص ريس ـ هاني حداد ـ دار الآفاق ١٩٨٥ .

فهرس الأشكال

١٣ نجوم في حالة تشكل
١٤ مخطط «هوبل» الذي يوضح نظريته عن العلاقة بين نماذج المجرات المختلفة
١٥ النظرية الثانية للتطور المجري.
١٦ المسار المنحني الذي يسلكه نهر النجوم والذرات اثناء تركهم لطرف القضيب المجري
١٧ صورة لجسم (مجرة) بهي مضيء، يعرف باسم (NGC 2535 / 36).
١٨ اصطدام مجرتان، وما تخلف عنهما من سحب غازية وترابية.
١٩ صورة للمجرة (M 82) بالضوء الاحمر لخط الهيدروجين ذي الطول الموجي 6563 انغستروم
٢٠ صورة للمجرة المنفجرة (M 87).
٢١ صورة لأشد الكواسارات لمعاناً المشاهدة من الأرض
٢٢ لماذا يجب أن يكون الكؤسار صغير جداً كي نرى تغيرات لمعانه خلال يوم أو يومين فقط.
٢٣ منحنى تغيرات ضوء الكوسار (3c 446) خلال أشهر صيف عام ١٩٦٦
٢٤ مراحل تصادم مجرتين احداهما مادية والأخرى ضد مادية.
٢٥ درب التبانة هو العمود الفقري في ليل السماء
٢٦ مجرة درب التبانة، وهي تشكل شريط ضوئي تتخلله حزم سوداء
٢٧ رسم لمعبد هيرا وصورة للعمود الوحيد القائم الباقي منه فوق جزيرة ساموس
٢٨ المجموعات النجمية الربيعية المشاهدة في اول آذار الساعة ٢١، عند خط العرض ٣٥ شمالاً
٢٩ المجموعات النجمية الصيفية المشاهدة في أول حزيران الساعة ٢١، عند خط العرض ٣٥ شمالاً
٣٠ المجموعات النجمية الخريفية المشاهدة أول أيلول الساعة ٢١، عند خط العرض ٣٥ شمالاً

محتويات الكتاب